

# Kyynärnivelen inkongruenssin arvioiminen röntgenkuvista sekä esiintyvyys kondrodystrofisilla koiraroduilla



Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma

ELK Nina Koskinen

Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto

Diagnostisen kuvantamisen oppiaine

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Helsingin Yliopisto

2016

<b>Tiedekunta - Fakultet - Faculty</b>		<b>Osasto - Avdelning - Department</b>	
Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Kliinisen hevös- ja pieneläinlääketieteen osasto	
<b>Tekijä - Författare - Author</b>			
Nina Koskinen			
<b>Työn nimi - Arbetets titel - Title</b>			
Kyynärnivelen inkongruenssin arvioiminen röntgenkuvista sekä esiintyvyys kondrodystrofisilla koiraroduilla			
<b>Oppiaine - Läroämne - Subject</b>			
Diagnostisen kuvantamisen oppiaine			
<b>Työn laji - Arbetets art - Level</b>	<b>Aika - Datum - Month and year</b>	<b>Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages</b>	
Lisensiaatin tutkielma	Toukokuu 2016	55	
<b>Tiivistelmä - Referat - Abstract</b>			
<p>Kondrodystrofisilla koiraroduilla, kuten mäyräkoiralla ja basset houndilla, esiintyy kyynärnivelen inkongruenssia, joka on yksi kyynärnivelen kehityshäiriön eli kyynärniveldysplasian muoto. Inkongruentissa kyynärnivelessä olka- ja kyynärluun välinen nivelrako on leventynyt, kyynärluun telalovi ei myötäile tiiviisti olkaluun telaa sekä kyynär- ja varttinäluun välillä voi olla porras. Inkongruenssi saattaa johtaa kyynärnivelen nivelrikkoon ja aiheuttaa etujalan ontumista.</p> <p>Kondrodystrofisilla roduilla kyynärnivelen inkongruenssin taustalla uskotaan olevan kyynär- ja varttinäluiden epäsynkroninen kasvu, joka johtuu kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaisesta sulkeutumisesta. Skyenterriereillä sen on todettu olevan perinnöllistä, mutta tarkkaa mekanismia ei tunneta. Inkongruenssin yleisyydestä on tehty skyenterriereillä yksi tutkimus, jonka perusteella kohtalainen ja vakava inkongruenssi on niillä suhteellisen yleistä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää inkongruenssin yleisyyttä muilla kondrodystrofisilla koiraroduilla.</p> <p>Kyynärnivelen inkongruenssi diagnosoidaan yleensä röntgenkuvista, mutta tietokonetomografiatutkimus sekä nivelen tähytys ovat tarkempia tutkimusmenetelmiä. Röntgenkuviissa inkongruenssi tulee parhaiten esille mediolateraalisuunnassa kuvatussa, 90 asteen kulmaan taivutetussa nivelessä.</p> <p>Tähän tutkimukseen kerättiin kondrodystrofisia rotuja edustavia koiria, joiden kyynärnivel (toinen tai molemmat) oli kuvattu mediolateraalisuunnassa noin 90 asteen kulmassa. Tutkimukseen saatiin 44 koiraa yhteensä 11:stä kondrodystrofiseksi luokiteltavasta rodusta. Koirista 16:lla oli sopiva kuva vain toisesta kyynärnivelestä, joten tutkimukseen saatiin yhteensä 72 kyynärniveltä.</p> <p>Kyynärnivelen inkongruenssin luokittelua varten röntgenkuvista mitattiin olka- ja kyynärluun välinen nivelrako sen leveimmästä kohdasta. Nivelraon leveyden perusteella kyynärnivelet luokiteltiin neljään inkongruenssiluokkaan: ei inkongruenssia (INC0), lievä inkongruenssi (INC1), kohtalainen inkongruenssi (INC2) ja vakava inkongruenssi (INC3). Lisäksi kuvista arvioitiin mahdollinen kyynärnivelen nivelrikko. Mikäli nivelessä todettiin nivelrikkomuutoksia, se luokiteltiin vähintään luokkaan INC2.</p> <p>Yksittäisiä kyynärniveliä tarkasteltaessa eniten esiintyi lievää inkongruenssia (INC1) ja toiseksi eniten kohtalaista inkongruenssia (INC2). Kun koirat luokiteltiin huonomman kyynärnivelen perusteella, lievää ja kohtalaista inkongruenssia esiintyi yhtä paljon. Koirista yli puolella (55 %) todettiin kohtalainen tai vakava kyynärnivelen inkongruenssi.</p> <p>Rodun yhteyttä kyynärnivelen inkongruenssiin tutkittiin kääpiömäyräkoiran ja welsh corgi pembroke -rodun osalta. Lisäksi tutkittiin sukupuolen yhteyttä inkongruenssiin. Kummassakaan tapauksessa yhteyttä ei todettu. Toisaalta etenkin rotujen osalta aineisto oli hyvin suppea, minkä takia saadut tulokset saattavat olla epäluotettavia.</p> <p>Sekä tämän tutkimuksen että aiemmin kondrodystrofisiin rotuihin kuuluvilla skyenterriereillä tehdyn tutkimuksen perusteella kyynärnivelen inkongruenssi on suhteellisen yleistä kondrodystrofisilla koiraroduilla. Inkongruenssi olisikin syytä ottaa huomioon myös näiden rotujen jalostuksessa. Skyenterriereiden rotuyhdistys suosittelee jalostukseen käytettävien koirien kyynärniveltä röntgenkuvausta ja inkongruenssin arviointia. Sama suositus olisi toivottavaa saada myös muille kondrodystrofisille koiraroduille.</p>			
<b>Avainsanat - Nyckelord - Keywords</b>			
Koira, kondrodystrofia, kyynärniveldysplasia, inkongruenssi, röntgenkuvaus			
<b>Säilytyspaikka - Förvaringställe - Where deposited</b>			
HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto			
<b>Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) - Instruktör och ledare - Director and Supervisor(s)</b>			
Outi Vapaavuori, Anu Lappalainen			

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 KIRJALLISUUSKATSAUS.....	2
2.1 Kyynärluun, varttinäluun ja kyynärnivelen normaali anatomia .....	2
2.2 Kondrodystrofiset koirarodut.....	5
2.3 Pitkien putkiluiden kehitys .....	7
2.3.1 Kasvulevyt.....	7
2.3.2 Kondrodystrofisten rotujen kasvulevyt.....	9
2.3.3 Kyynärvarren luiden kasvu.....	10
2.4 Kyynärvarren ja kyynärnivelen kasvuhäiriöt.....	12
2.4.1 Kyynärnivelen kehityshäiriö eli kyynärniveldysplasia.....	13
2.4.2 Kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikainen sulkeutuminen ja kyynärnivelen inkongruenssi.....	15
2.4.2.1 Kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaisen sulkeutumisen etiologia kondrodystrofisilla koiraroduilla .....	17
2.4.2.2 Kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaisen sulkeutumisen oireet .....	18
2.4.2.3 Histologiset muutokset liian aikaisin sulkeutuvassa kyynärluun distaalisessa kasvulevyssä .....	19
2.5 Röntgenkuvaus.....	19
2.5.1 Kondrodystrofisten koirarotujen eturaajan rotutyypilliset muutokset röntgenkuvissa.....	19
2.5.2 Kyynärnivelen kehityshäiriön diagnosoiminen röntgenkuvista ja Suomen Kennelliiton seulontakyynärkuvat.....	20
2.5.3 Muita kyynärnivelen kehityshäiriön diagnoimiseen käytettäviä tutkimusmenetelmiä.....	23
2.5.4 Radiologiset muutokset kyynärnivelen distaalisen kasvulevyn ennenaikaisessa sulkeutumisessa .....	24
2.5.5 Kyynärnivelen inkongruenssin diagnosoiminen röntgekuvista .....	25
2.5.6 Kyynärnivelen inkongruenssin diagnoimiseen käytettävät muut tutkimusmenetelmät.....	28

2.6 Kyynärnivelen inkongruenssin huomioon ottaminen jalostuksessa kondrodystrofisilla koiraroduilla.....	30
3 AINEISTO JA MENETELMÄT .....	31
3.1 Aineisto.....	31
3.2 Menetelmät.....	31
4 TULOKSET.....	34
5 POHDINTA.....	41
5.1 Aineisto.....	41
5.2 Menetelmät.....	41
5.3 Inkongruenssin esiintyvyys kondrodystrofisilla koiraroduilla.....	42
5.4 Inkongruenssin luokittelu kondrodystrofisilla koiraroduilla.....	44
5.5 Sukupuolen ja rodun vaikutus inkongruenssiin.....	44
5.6 Tutkimuksen rajoitteet.....	45
5.7 Tulosten merkitys kondrodystrofisten koirarotujen jalostuksen kannalta.....	46
6 VIITTEET.....	48

## 1 JOHDANTO

Kyynärnivelen kehityshäiriö eli kyynärniveldysplasia on koirilla esiintyvä perinnöllinen sairaus, johon kuuluu neljä eri muotoa: kyynärluun mediaalisen varisliäkkeen sairaus (medial coronoid disease eli MCD, aiemmin fragmented medial coronoid process eli FMCP), luutumaton kyynärpään uloke (united anconeal process eli UAP), olkaluun nivelnastan osteokondroosi (osteochondrosis) ja sen irtopalamuoto (osteochondrosis dissecans eli OCD) sekä kyynärnivelen inkongruenssi (katsauksessa Demko & McLaughlin 2005, Barr & Kirberger 2006).

Kondrodystrofisilla koiraroduilla, kuten mäyräkoirilla, skyenterriereillä ja welsh corgeilla, esiintyy kyynärnivelen inkongruenssia (katsauksessa Carrig 1983, Barr & Kirberger 2006, Parker ym. 2009). Taustasyynä uskotaan olevan kyynär- ja varttinäluun epäsynkroninen kasvu, joka johtuu kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaisesta sulkeutumisesta (Rasmussen & Reimann 1977, katsauksessa Carrig 1983, Barr & Kirberger 2006). Skyenterriereillä sairauden on todettu olevan perinnöllistä, mutta mekanismeja ei tunneta (Lau 1977). Kyynärnivelen kehityshäiriön yleisyyttä kondrodystrofisilla koiraroduilla ei ole toistaiseksi tutkittu kuin skyenterriereiden osalta (Lappalainen ym. 2016).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa kondrodystrofisten koirarotujen kyynärnivelen kehityshäiriön ja inkongruenssin esiintyvyyttä röntgenkuvien avulla. Tutkimuksen innoittajana toimi skyenterriereille tehty vastaavanlainen tutkimus, jossa todettiin rodulla esiintyvän kyynärnivelen inkongruenssia huomattavan paljon (Lappalainen ym. 2016). Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää inkongruenssin yleisyys ja vakavuus muilla kondrodystrofisilla koiraroduilla ja siten mahdollisesti yleistää skyenterriereillä tehdyn tutkimuksen tulokset. Tutkimuksessa saadun tiedon valossa kondrodystrofisten koirarotujen kasvattajat voisivat näin ollen ottaa kyynärnivelen kehityshäiriön paremmin huomioon jalostusvalintoja tehdessään ja siten parantaa näiden rotujen terveyttä.

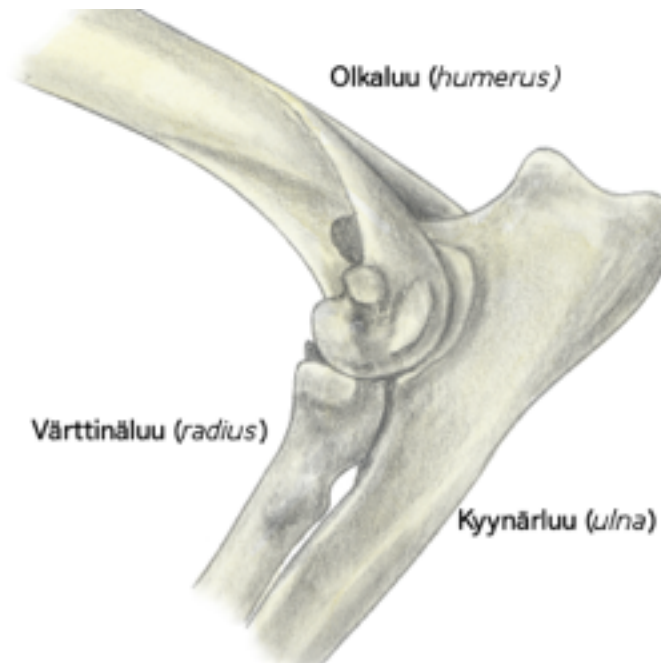
## 2 KIRJALLISUUSKATSAUS

### 2.1 Kyynärluun, varttinäluun ja kyynärnivelen normaali anatomia

Kyynärvarsi muodostuu kyynärluusta (*ulna*) sekä varttinäluusta (*radius*) (Dyce ym. 2002). Kyynärloo kiertää varttinäluuta siten, että sen proksimaalipää on varttinäluun kaudaalipuolella ja distaalipää varttinäluun lateraalipuolella (Dyce ym. 2002). Kyynärloo ja varttinäloo niveltyvät toisiinsa vain kyynärvarren proksimaali- ja distaalipäästä, mutta kyynärvarren keskiosassa ne ovat koiralla irti toisistaan jättäen väliinsä luidenvälisen tilan (*spatium inerosseum*) (Dyce ym. 2002, Schaller 2007). Tämä mahdollistaa kyynärvarren kiertämisen sisään- ja ulospäin eli pronaation ja supinaation (Dyce ym. 2002). Koiralla kyynärvarsi kääntyy supinaatioon noin 45-50 asteen verran (Dyce ym. 2002, König & Liebich 2007).

Kyynärvarren proksimaalipäässä kyynärluun kraniaalipinnan varttinälovi (*incisura radialis*) niveltyy varttinäluun kaudaalipinnalla sijaitsevaan varttinäluun nivelrenkaaseen (*circumferentia articularis*) (Dyce ym. 2002, Schaller 2007). Tämä nivel (*articulatio radioulnaris*) on osa kyynärniveltä muodostaen sen pienimmän nivelpinnan (Dyce ym. 2002, Evans & DeLahunta 2004, Schaller 2007). Kyynärnivelen (kuva 1) muodostava kolmas luo on olkaluu (*humerus*). Kyynärnivelen toiseksi suurimman nivelpinnan muodostaa olka-varttinäluunivel (*articulatio humeroradialis*), jossa olkaluun distaalipään varttinänasta (*capitulum humeri*) niveltyy varttinäluun proksimaalisimmassa päässä sijaitsevaan varttinäluun pään nivelkuoppaan (*fovea capitis radii*) (Dyce ym. 2002, Evans & DeLahunta 2004, Schaller 2007). Suurimman nivelpinnan muodostaa olka-kyynärluunivel (*articulatio humeroulnaris*), jossa olkaluun distaalipäässä sijaitsevan telan (*trochlea humeri*) mediaaliosa niveltyy kyynärluun proksimaalipään kraniaalipinnalla sijaitsevaan kaarevaan telaloveen (*incisura trochlearis*) (Dyce ym. 2002, Evans & DeLahunta 2004, Schaller 2007). Kyynärluun telaloven distaaliosassa olevat mediaalinen ja lateraalinen varislisäke (*processus coronoideus*) kasvattavat kyynärluun nivelpintaa noin

20–25 % (katsauksessa Fox ym. 1984, Evans & DeLahunta 2004). Kyynärnivelleessä suurin painoa varaava pinta-ala, noin 75–80 %, on värttinäluulla, loput 20–25 % on kyynärluun lateraalisella ja mediaalisella varislisäkkeellä (katsauksessa Fox ym. 1984, katsauksessa Sjöström ym. 1998).



Kuva 1. Kyynärnivelen muodostavat olkaluu, värttinäluu ja kyynärluu. Vasen kyynärniveli kuvattuna lateraalisuunnasta. Muokattu: (katsauksessa Constantinescu & Constantinescu 2009)

Kyynärluun proksimaalipäässä (kuva 2) sijaitsee kyynärlisäke (*olecranon*), joka muodostuu suuremmasta proksimaalisesta kyynärlisäkkeen kyhmystä (*tuber olecrani*) sekä pienemmästä kraniaalisesta kyynärpään ulokkeesta (*processus anconeus*) (Dyce ym. 2002). Kyynärpään uloke muodostaa jatkumon kyynärluun telaloven proksimaaliosalle ja kyynärnivelen ojentuessa se osuu olkaluun distaalipään kaudaalipinnalla sijaitsevaan kyynärlisäkekuoppaan (*fossa olecrani*) (katsauksessa Sjöström ym. 1998, Dyce ym. 2002). Tämä

estää kyynärnivelen luita liikkumasta sivusuunnassa tai kiertymästä painon varauksen aikana (katsauksessa Sjöström ym. 1998).

Kyynärvarren distaalipäässä kyynärluun mediaalipinnan nivelrengas (*circumferentia articularis*) niveltyy värttinäluun lateraalipinnan kyynärлуuloveen (*incisura ulnaris*) (Dyce ym. 2002, Schaller 2007). Kyynärluun puikkolisäke (*processus styloideus*) niveltyy proksimaaliseen ranneluuriviin (*ossa carpi proximalis*) (Dyce ym. 2002). Värttinäluun distaalipään nivelpinta (*facies articularis carpae*) niveltyy myös proksimaaliseen ranneluuriviin (Schaller 2007).



Kuva 2. Vasemman kyynärluun proksimaalinen osa kuvattuna kraniaalisuunnasta. Muokattu: (katsauksessa Constantinescu & Constantinescu 2009)



## 2.2 Kondrodystrofiset koirarodut

Koirarotuja, joilla on lyhyet raajat verrattuna muihin mittasuhteisiin, on kirjallisuudessa nimitetty useilla eri termeillä (Lappalainen 2013a). Historiallisesti on käytetty nimitystä akondroplastinen, mutta Beachley & Graham (1973) totesivat histologisesti oikean termin olevan hypokondroplastinen. Parker ym. (2009) käyttivät termiä kondrodysplastinen ja Hansen (1952) nimitti näitä rotuja kondrodystrofisiksi, jota käytetään myös tässä lissensiaatin työssä

Kondrodystrofisiksi luokitellaan ulkonäön perusteella rodut, joiden raajat ovat lyhyet verrattuna ruumiin pituuteen. Parker ym. (2009) vertasivat tutkimuksessaan kondrodystrofisten koirien genomia ei-kondrodystrofisiin koiriin ja havaitsivat, että kaikilla kondrodystrofisiksi luokitelluilla roduilla on ylimääräinen, toimiva kopio *fgf4*-geenistä eli kasvutekijägeenistä, joka toimii kudosten kasvun edistäjänä yksilönkehityksen aikana. Tutkimuksessa kävi lisäksi ilmi, että kyseinen retrogeeni on aktiivinen vain sikiöaikana sekä vastasyntyneillä, muttei enää täysikasvuissa koirilla. Tutkijat arvelivat, että epätyypillinen FGF4-proteiinin ilmentäminen kondrodystrofisten koirien rustoa muodostavissa soluissa aiheuttaa epänormaalin aktivaation FGF-proteiinien reseptoreissa johtaen siten epänormaaliin pitkien putkiluiden kasvuun. Tutkimuksessa määriteltiin kondrodystrofisiksi rodut, jotka täyttivät seuraavat kriteerit:

1. Säkäkorkeus alle 15 tuumaa eli 38,1 cm ja säkäkorkeuden ja ruumiin pituuden välinen suhdeluku alle 1.
2. Raajojen luuston rakenne raskas, suuri tai koiran kokoon verrattuna hyväluinen (well-boned).
3. Eturaajat taipuneet, kaareutuneet ja/tai tassut kääntyneet lateraalisesti.

Tutkimukseen osallistui 204 koiraa 41:stä ei-kondrodystrofisesta rodusta sekä 174 koiraa 19:stä kondrodystrofisesta rodusta (Parker ym. 2009). Ylimääräinen

fgf4-retrogeeni löytyi kaikilta 19 kondrodystrofiselta rodulta, muttei yhdeltäkään ei-kondrodystrofisen rodun edustajalta (taulukko 1).

Rotu	Ylimääräisen FGF4-geenin esiintyvyys
Basset hound	100 %
Cairnterrieri	100 %
Welsh corgi cardigan	100 %
Welsh corgi pembroke	100 %
Mäyräkoira	100 %
Valkoinen länsiylämaanterrieri	100 %
Länsigöötanmaanpystykorva	100 %
Petit basset griffon vendéen	100 %
Lancashirenkarjakoira	100 %
Norwichinterrieri	100 %
Kiinanpalatsikoira	100 %
Shih tzu	100 %
Skyenterrieri	100 %
Tiibetinspanieli	100 %
Dandiedinmontinterrieri	100 %
Skotlanninterrieri	96 %
Havannankoira	93 %
Glen of imaalinterrieri	92 %
Gran basset griffon vendéen	63 %

Taulukko 1. Ylimääräisen fgf4-geenin esiintyvyys eri koiraroduilla. (Parker ym. 2009)

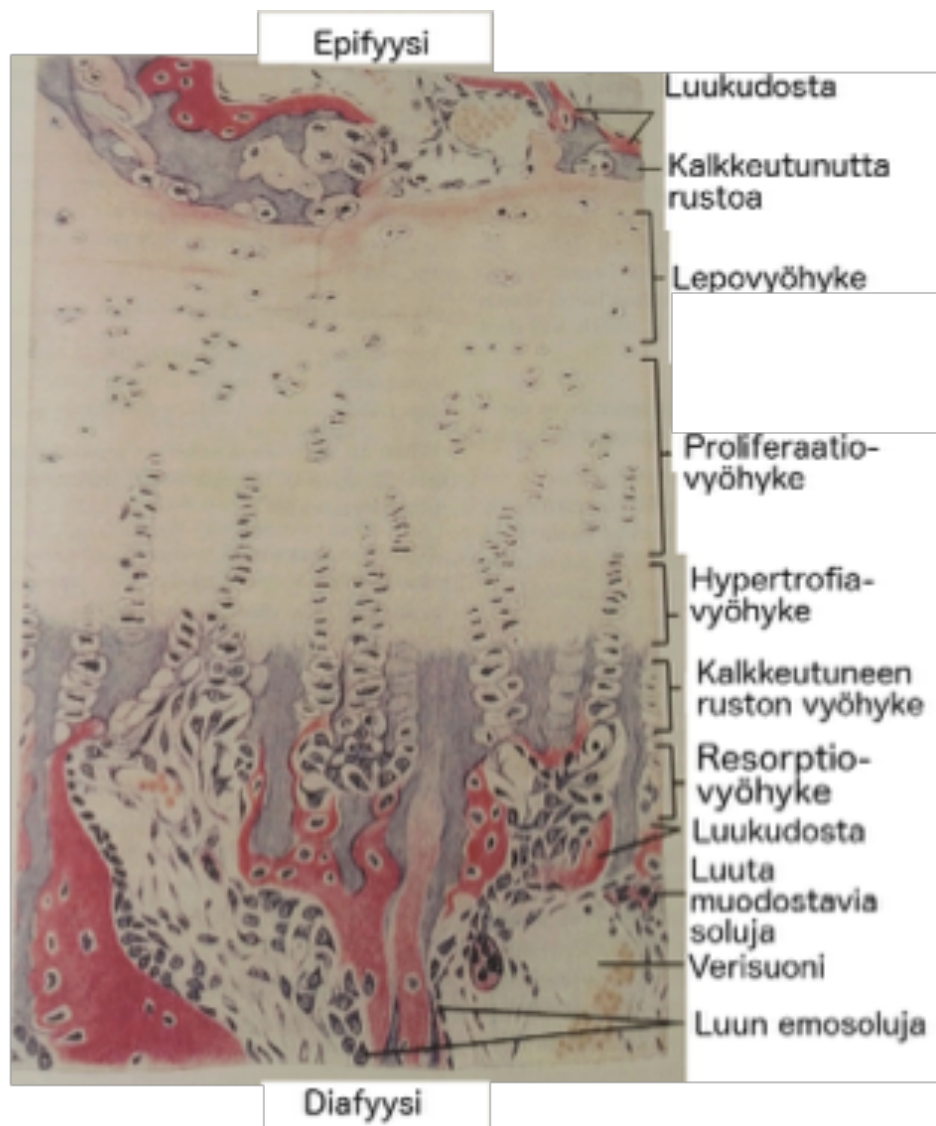
## 2.3 Pitkien putkiluiden kehitys

Raajojen pitkät putkiluut kehittyvät rustonsisäisen luutumisen myötä (Dyce ym. 2002, Ross & Pawlina 2006). Luiden rustoiset mallit alkavat luutua niiden keskelle muodostuvista primaarisista luutumiskeskuksista jo sikiöaikana (Dyce ym. 2002, Ross & Pawlina 2006). Koiran varttinäluuhun primaarinen luutumiskeskus muodostuu tiineyden neljännellä viikolla (König & Liebich 2007). Syntymän jälkeen luiden päihin eli epifyyseihin muodostuu sekundaariset luutumiskeskukset (Dyce ym. 2002, Ross & Pawlina 2006). Luutuneiden diafyysin ja epifyysin väliin jää rustoinen kasvulevy, josta luut jatkavat pituuskasvuun, kunnes eläin on täysikasvuinen (Dyce ym. 2002, Ross & Pawlina 2006, König & Liebich 2007). Normaalisti koirilla etujalka on täysin kehittynyt noin 250 päivän ikäisenä (katsauksessa Fox ym. 1984).

### 2.3.1 Kasvulevyt

Kasvulevyt sijaitsevat luiden päissä luun pään eli epifyysin ja varren eli diafyysin välissä ja niistä luut kasvavat pituutta kohti diafyysia (Barr & Kirberger 2006, Ross & Pawlina 2006). Kasvulevyn ja diafyysin välissä on vielä kapea vyöhyke, metafyysi, jossa muodostuu uutta luukudosta korvaamaan kasvulevyjen rustoa (Barr & Kirberger 2006, Ross & Pawlina 2006). Kasvulevyt muodostuvat useasta rustosolukerroksesta (kuva 4) (Ross & Pawlina 2006). Epifyysistä alkaen ensimmäisessä kerroksessa eli lepovyöhykkeessä lepotilassa olevat rustosolut ovat jakaantuneet tasaisesti soluväliaineeseen (Ross & Pawlina 2006, König & Liebich 2007). Seuraavassa kerroksessa eli proliferaatiovyöhykkeessä rustosolut jakaantuvat ja organisoituvat muodostaen suoria solupylväitä, lisäksi solut tuottavat aktiivisesti ruston soluväliainetta (Ross & Pawlina 2006). Sen jälkeen tulee hypertrofiavyöhyke, jossa solut ovat suurentuneita ja tuottavat edelleen ruston soluväliainetta (Ross & Pawlina 2006). Lisäksi ruston soluväliaine tiivistyy muodostaen lineaarisia vyöhykkeitä rustosolupylväiden väliin (Ross & Pawlina 2006). Tästä eteenpäin kohti diafyysia mentäessä tulee kalkkeutuneen ruston vyöhyke, jossa rustosolut

alkavat rappeutua ja soluväliaine kalkkeutua (Ross & Pawlina 2006). Lopulta resorptiovyöhykkeessä rustosolut ovat tuhoutuneet, kalkkeutunut soluväliaine mineralisoituu ja verisuonia pitkin paikalle pääsee luuta muodostavia soluja eli osteoblasteja (Ross & Pawlina 2006, König & Liebich 2007). Luiden pituutta kasvattaa nimenomaan ruston soluväliaineen muodostuminen, joka lisääntyessään työntää epifyysiä kauemmaksi diafyysistä (Ross & Pawlina 2006).



Kuva 4. Kasvulevyn eri kerrokset. Muokattu: (Ross & Pawlina 2006)

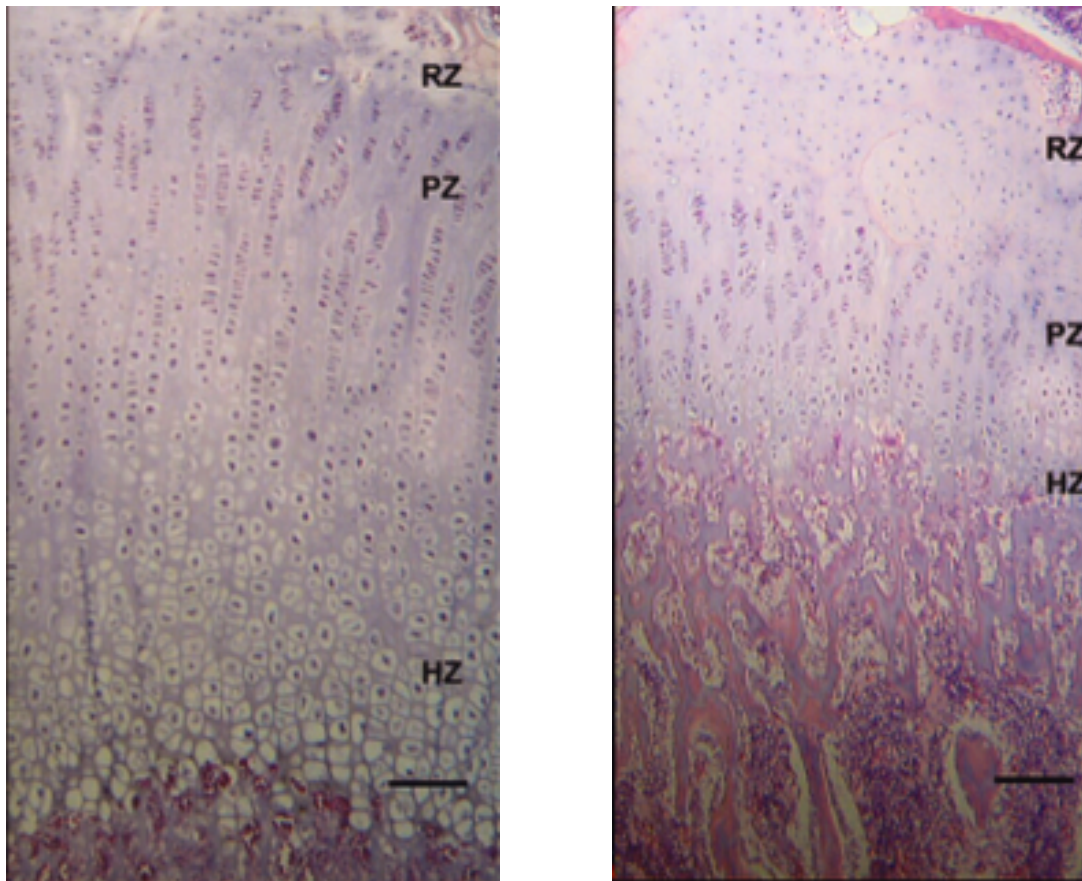
Kasvulevyjen verenkierto tapahtuu epi- ja metafyysin verisuonten kautta ja erityisesti epifyysin kautta tapahtuu kasvulevyn germinaalisten rustosolujen ravintoaineiden saanti (katsauksessa Fox ym. 1984, Ross & Pawlina 2006). Ongelmat verenkierrossa voivat johtaa kasvulevyn rustonmuodostumisen ja siten myös luun pituuskasvun häiriöihin. Myös sairauden aiheuttamat metaboliset häiriöt, puutokset ruokavaliossa sekä geneettinen tausta voivat johtaa kasvulevyn toimintahäiriöihin. Kasvulevyt ovat huomattavasti heikompia verrattuna luuhun tai nivelkapseliin ja ligamentteihin, joten ulkoisen trauman aiheuttamat vauriot kohdistuvat niihin helposti (katsauksessa Fox ym. 1984).

Kun eläin saavuttaa täysikasvuisuuden, ruston muodostuminen kasvulevyissä hidastuu ja lopulta uutta ruston soluväliainetta ei enää muodosteta. Jäljellä olevat rustosolut kuitenkin jatkavat kasvunsa loppuun ja lopulta rustoinen kasvulevy korvautuu luukudoksella ja sulkeutuu (Ross & Pawlina 2006).

### **2.3.2 Kondrodystrofisten rotujen kasvulevyt**

Kondrodystrofisilla roduilla ruston muodostuminen on epänormaalia, mikä johtaa raajojen pituuskasvun hidastumiseen (Barr & Kirberger 2006).

Martinez ym. (2007) vertasivat tutkimuksessaan kondrodystrofisen basset houndin ja ei-kondrodystrofisen dobermannin kasvulevyjä ja havaitsivat, että ne erosivat toisistaan selvästi (kuva 5). Dobermanniin verrattuna basset houndin kasvulevy oli kokonaisuudessaan selvästi matalampi. Lisäksi lepovyöhyke oli korkeampi ja sisälsi runsaasti soluväliainetta. Proliferaatiovyöhykkeen pylväät olivat epäsymmetrisiä ja epäorganisoituneita. Hypertofinen vyöhyke oli matalampi ja sen rustosolut olivat eri kokoisia sekä niitä oli selvästi vähemmän. Resorptiovyöhykkeessä oli paljon luuta muodostavia soluja eli osteoblasteja ja primaarisen luun muodostuminen oli runsasta. Epänormaali rakenne viittaa muutokseen rustosolujen jakautumisessa ja ennenaikaiseen luutumiseen. Kasvulevyn epänormaaliudet ovat samankaltaisia kuin akondroplastisilla ihmisillä (Martinez ym. 2007).



Kuva 5. Dobermannin (vas.) ja basset houndin (oik.) kasvulevyjen histologiset kuvat. RZ: lepovyöhyke, PZ: proliferaatiovyöhyke, HZ: hypertrofiavyöhyke. (Martinez ym. 2007)

### 2.3.3 Kyynärvarren luiden kasvu

Pitkät putkiluut kasvavat pituutta kasvulevyistä. Parillisten luiden, kuten kyynär- ja varttinäluun kasvun pitää olla synkronoitua toisiinsa nähden, jotta raajat kasvaisivat ja kehittyisivät normaalisti. Varttinäluussa on proksimaalinen ja distaalinen kasvulevy (kuva 6). Varttinäluun pituuskasvusta noin 40 % tapahtuu proksimaalisesta kasvulevystä ja noin 60 % distaalisesta kasvulevystä. Kasvulevyt voivat myös kompensoida toisiaan, mikäli toinen kasvulevyistä sulkeutuu liian aikaisin. Kyynärluussa on myös proksimaalinen ja distaalinen kasvulevy (kuva 6). Proksimaalinen kasvulevy kasvattaa lähinnä vain kyynärlisäkkeen pituutta, kun taas kyynärluun pituuskasvusta noin 80–85 % tapahtuu distaalisesta kasvulevystä. Kyynärluun pituuskasvun täytyy siis pysyä

värttinäluun vauhdissa vain yhden kasvulevyn avulla varttinäluun kahteen verrattuna (katsauksessa Fox ym. 1984).

Koiran kyynärluun distaalinen kasvulevy eroaa oleellisesti muista pitkien luiden kasvulevyistä. Se on muodoltaan kartiomainen muiden kasvulevyjen ollessa muodoltaan tasaisia. Kartiomuoto kasvattaa kasvulevyn pinta-alan 1,5-kertaiseksi verrattuna tasaiseen kasvulevyyn. Muista pitkistä luista poiketen kyynärluu kasvaa pituuden lisäksi leveyttä ja nopeimman kasvun vaiheessa se onkin noin puolet varttinäluuta paksumpi, kunnes kasvun pysähtyttyä kyynärluu taas kapenee ollen lopulta noin puolet varttinäluun paksuudesta. Näiden kahden asian uskotaan auttavan kyynärluuta pysymään varttinäluun kasvuvauhdissa mukana (katsauksessa Fox ym. 1984).

Kyynärvarren luiden kasvulevyistä kyynärluun ja varttinäluun proksimaaliset kasvulevyt sulkeutuvat 5–11 kuukauden iässä ja distaaliset 6–12 kuukauden iässä (Barr & Kirberger 2006). Kyynärpään ulokkeen kasvulevy sulkeutuu 3–5 kuukauden iässä niillä roduilla, joilla on kyynärpään ulokkeessa erillinen luutumiskeskus (Barr & Kirberger 2006). Chapman (1965) tutki pitkien luiden kasvulevyjen sulkeutumista beagleilla ja totesi kyynärluun proksimaalisen kasvulevyn sulkeutuvan 187–222 vuorokauden iässä, ja kyynärluun distaalisen sekä varttinäluun proksimaalisen ja distaalisen kasvulevyn sulkeutuvan 222–250 vuorokauden iässä. Pienillä koiraroduilla kasvulevyt sulkeutuvat aikaisemmin kuin suurilla (katsauksessa Carrig 1983).

Conzemius ym. (1994) tutkivat varttinäluun normaalia kasvua ja kehitystä beagleilla. He totesivat nopeimman kasvuvaiheen osuvan 10–14 viikon ikään ja kaiken kaikkiaan suurimman osan varttinäluun pituuskasvusta tapahtuvan aikaisin ensimmäisen elinvuoden aikana. Tutkimuksen koirista 36,8 % oli varttinäluun proksimaalinen kasvulevy vasemmassa etujalassa sulkeutunut 30 viikon ikään mennessä, 4 viikkoa myöhemmin kasvulevy oli sulkeutunut kaikilta tutkimuskoirilta. Tutkimuksessa todettiin lisäksi, että varttinäluun proksimaalinen kasvulevy sulkeutuu noin 12 vuorokautta aikaisemmin kuin varttinäluun distaalinen kasvulevy.



*Kuva 6. Röntgenkuva cairnterrierinpennun kyynärvarresta, jossa kasvulevyt ovat vielä auki.*  
 Muokattu: (Helsingin Yliopistollinen Eläinsairaala)

## **2.4 Kyynärvarren ja kyynärnivelen kasvuhäiriöt**

Kyynärvarren normaali kehitys vaatii monen tekijän yhtäaikaista onnistumista, minkä vuoksi kyynärvarren kasvuhäiriöt ovat koirilla suhteellisen yleisiä (katsauksessa Carrig 1983). Yleisin ongelma on kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikainen sulkeutuminen etujalkaan kohdistuneen trauman seurauksena (katsauksessa Carrig 1983, katsauksessa Fox ym 1984). Muita syitä ovat mm. verenkierron häiriöt, metaboliset ongelmat sekä perinnölliset tekijät (Lau 1977, katsauksessa Fox ym. 1984). Lisäksi kyynär- ja värttinäluun



liikkeen rajoittaminen toisiinsa nähden voi aiheuttaa kasvuhäiriöitä (katsauksessa Carrig 1983).

Kyynärvarren kasvuhäiriöt vaikuttavat sekä kyynärniveleen että myös ranteeseen (katsauksessa Fox ym. 1984). Kyynär- tai varttinäluun kasvuhäiriöstä johtuvan kyynärnivelen inkongruenssin on epäilty olevan taustalla kyynärnivelen kehityshäiriön muodostumiseen (Wind 1986, katsauksessa Sjöström ym. 1998). Alla on esitelty lyhyesti kyynärnivelen kehityshäiriön eri muodot sekä tarkemmin erityisesti kondrodystrofisilla roduilla esiintyvä inkongruenssiin johtava kyynärluun distaalisen kasvulinjan ennenaikainen sulkeutuminen.

#### **2.4.1 Kyynärnivelen kehityshäiriö eli kyynärniveldysplasia**

Kyynärnivelen kehityshäiriö todetaan yleisimmin nuorilla suurten ja jättitrotujen koirilla, kuten labradorinnoutajalla tai berninpaimenkoiralla. Se on perinnöllinen sairaus, jonka periytymiseen vaikuttavat monet eri geenit. Toisaalta kuitenkin myös ympäristötekijöillä on merkitystä kyynärniveldysplasian kehittymiseen (Barr & Kirberger 2006).

Kansainvälinen kyynärniveltöryhmä (International Elbow Working Group, IEWG) on määritellyt kyynärnivelen kehityshäiriön neljä erilaista muotoa. Mediaalisen varislisäkkeen sairaudessa (medial coronoid disease eli MCD, aiemmin fragmented medial coronoid process eli FMCP) kyynärluun mediaalinen varislisäke on epänormaali tai murtunut ja muodostaa siten irtopalan kyynärniveleen (katsauksessa Demko & McLaughlin 2005, Moores ym. 2008). Luutumaton kyynärpään uloke (ununited anconeal process eli UAP) on kehityshäiriö, jossa kraniaalinen kyynärpään uloke ei ole luutunut kyynärluuhun muodostaen myös irtopalan kyynärniveleen (katsauksessa Sjöström ym. 1998, katsauksessa Demko & McLaughlin 2005). Olkaluun nivelnastan osteokondroosissa (*osteochondrosis* eli OC) tai sen irtopalamuodossa (*osteochondrosis dissecans* eli OCD) olkaluun nivelnastan rustovaurion seurauksena sen nivelpinnalla on joko ruston paksuuntumaa,

ruston pinnasta osin irronnut läppä tai sen kokonaan irrotessa niin ikään nivelensisäinen irtopala (katsauksessa Demko & McLaughlin 2005, Schulz 2007). Neljäs kyynärnivelen kehityshäiriön muoto on kyynärnivelen inkongruenssi, jossa kyynär- ja värttinäluun muodostama kaareva nivelpinta ei myöten tiiviisti olkaluun nivelnastan nivelpintaa. Inkongruentissa kyynärnivelessä kyynärluun telaloven kaari voi olla muodoltaan pyöreän sijaan elliptinen. Inkongruenssia kyynärniveleen aiheuttaa myös toiseen nähden liian pitkä värttinä- tai kyynärluu, jolloin nivelpinnalle saattaa muodostua porras ja mahdollisesti kyynärluun telalovi työntyy kauemmaksi olkaluun telasta, jolloin niiden välinen nivelrako suurenee (Wind 1986).

Samalla yksilöllä voi esiintyä joko yksi tai useampi kyynärniveldysplasian muoto samanaikaisesti (Mason ym. 1980, Kapatkin ym. 2003, Narojek ym. 2008). Toisaalta kyynärnivelen inkongruenssi aiheuttaa kyynärnivelen luihin ja nivelpinnoille epänormaalia painetta, minkä uskotaan voivan johtaa UAP:hen, MCP:hen tai OC:hen ja olevan siten näiden muotojen etiologinen tekijä (Wind ym. 1986., katsauksessa Sjöström ym. 1995) Mikäli inkongruenssi havaitaan ainoana muutoksena yli 6 kuukauden ikäisellä koiralla, se ei enää altista muille kyynärniveldysplasian muodoille, mutta saattaa johtaa nivelrikkoon (Barr & Kirberger 2006). Mikäli inkongruenssi havaitaan alle 6 kuukauden ikäisellä koiralla ja vaikka muihin kyynärnivelen kehityshäiriön muotoihin ei olisi vielä viitteitä, voi inkongruenssi tällöin vielä altistaa UAP:lle, MCP:lle sekä OCD:lle (Barr & Kirberger 2006).

UAP esiintyy vain niillä roduilla, joilla on erillinen luutumiskeskus kyynärpään ulokkeessa (katsauksessa Sjöström ym 1998, Barr & Kirberger 2006). Kondrodystrofisista roduista näitä ovat basset hound ja mäyräkoira (Mason ym. 1980, katsauksessa Sjöström ym. 1998, Breit ym. 2004, Narojek ym. 2008). Myös MCP on todettu ainakin basset houndilla (Kapatkin ym. 2003). Näillä roduilla taustatekijäksi on epäilty kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaista sulkeutumista (katsauksessa Sjöström ym. 1998).

#### **2.4.2 Kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikainen sulkeutuminen ja kyynärnivelen inkongruenssi**

Kartiomaisen muotonsa vuoksi kyynärluun distaalinen kasvulevy on erityisen herkkä ulkoisten traumojen aiheuttamille ongelmille (katsauksessa Carrig 1983). Raajaan kohdistuva sivusuunnassa tuleva voima johtaa pennulla yleensä luiden sivuttaiseen siirtymiseen kasvulevyn kohdalta, jolloin germinaaliset rustosolut kuitenkin pysyvät kiinni epifyysissä jatkaen normaalia toimintaansa eikä vaurio siten yleensä häiritse luun pituuskasvua (katsauksessa Fox ym. 1984). Kyynärluun kartionmallisessa kasvulevyssä sivusuunnassa tuleva voima johtaa kuitenkin aina yhdeltä sivulta myös Salter-Harris V -tyyppiseen painevaurioon, mikä hidastaa tai jopa pysäyttää kasvulevyn toiminnan ja siten luun pituuskasvun (katsauksessa Fox ym. 1984). Koirilla yleisin kasvulinjan häiriö onkin nimenomaan kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikainen sulkeutuminen. Erään tutkimuksen mukaan kaikista koirien kasvulevyongelmista 63 %:lla oli kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikainen sulkeutuminen, näistä 15 %:lla häiriö oli molemmissa etujaloissa (Ramadan & Vaughan 1978, katsauksessa Fox ym. 1984). Trauma on yleisin syy kyynärluun distaalisen kasvulevyn Salter-Harris V -tyyppisille painevaurioille (Johnson ym. 1992) Trauman lisäksi kyynärluun distaalinen kasvulevy on saatu tutkimuksissa sulkeutumaan liian aikaisin mm. säteilytyksen tai vääränlaisen ruokinnan seurauksena sekä lääkinällisesti (Conzemius ym. 2009) Myös synnynnäiset tekijät voivat johtaa distaalisen kasvulevyn sulkeutumiseen liian aikaisin (Barr & Kirberger 2006, Conzemius ym. 2009).

Kasvulevyn vaurion laajuudesta ja ajankohdasta riippuu, kuinka paha kehityshäiriö raajaan lopulta tulee (katsauksessa Fox ym. 1984, Barr & Kirberger 2006). Muutokset ovat voimakkaimmat, mikäli kasvulevy vaurioituu tai sulkeutuu kovin aikaisessa kasvun vaiheessa (katsauksessa Fox ym. 1984, Barr & Kirberger 2006). Lisäksi vaurion vakavuuteen vaikuttaa se, kuinka suuri merkitys kyseisellä kasvulevyllä on luun pituuskasvulle (Barr & Kirberger 2006). Kyynärluun distaalisen kasvulevyn ollessa kyseessä merkitys on suurin, sillä se on täysin vastuussa kyynärnivelen distaalipuolella tapahtuvasta

kyynärluun pituuskasvusta (katsauksessa Fox ym. 1984, Barr & Kirberger 2006).

Pienistä koiraroduista etenkin kondrodystrofisilla roduilla esiintyy kyynär- ja varttinäluun epäsynkronoitua kasvua johtuen kyynärluun kasvun hidastumisesta (Rasmussen & Reimann 1977, katsauksessa Carrig 1983, Barr & Kirberger 2006). Kyynärluu on niillä tyypillisesti varttinäluuta lyhyempi ja kyynärluun kasvun hidastumista pidetäänkin näille roduille osittain normaalina (katsauksessa Fox ym. 1984, katsauksessa Weigel 1987). Kondrodystrofisille roduille onkin tyypillistä lyhyet, taipuneet eturaajat ja jonkin asteinen ranteiden valgus eli taipuminen keskilinjasta ulospäin sekä varpaiden kääntyminen lateraalisesti (katsauksessa Fox ym. 1984, katsauksessa Weigel 1987). Terveillä pienillä koirilla, mm. mäyräkoirilla ja welsh corgeilla, ranteen normaalivalgus oli erään tutkimuksen mukaan 3-28 astetta, kun se suuremmilla roduilla oli 1–6 astetta (Ramadan & Vaughan 1978). Vastaavanlaisia muutoksia kyynärvarren luiden epäsynkronoidusta kasvusta nähdään myös ei-kondrodystrofisilla roduilla, kuten esimerkiksi alaskanmalamuuteilla, harmaalla norjanhervikoiralla ja karjalankarhukoiralla tavattavassa perinnöllisessä kondrodysplasiassa (katsauksessa Carrig 1983, Breur ym. 1989, Kyöstilä ym. 2013). Jos kyynärluun kasvu hidastuu liiaksi varttinäluuhun verrattuna, se johtaa kyynärnivelen inkongruenssiin ja pahimmillaan jopa kyynärnivelen osittaiseen sijoiltaanmenoon (katsauksessa Fox ym. 1984, Barr & Kirberger 2006).

Varttinäluu pystyy kompensoimaan tilannetta hidastamalla omaa kasvuvauhtiaan, mikäli kyynärluun kasvu hidastuu vain hieman tai pysähtyy myöhäisessä kasvun vaiheessa. Tällöin raaja jää hieman toista lyhyemmäksi, mutta on muuten rakenteeltaan normaali. Mikäli kyynärluun distaaliseseen kasvulevyyn tulee häiriö kovin aikaisessa kasvun vaiheessa, varttinäluun kompensatiokyky ylittyy ja se jatkaa kasvuaan. Tällöin kyynärluu jää liian lyhyeksi, mikä rajoittaa varttinäluun pituuskasvua, ja se alkaa taipua kraniaalisesti. Taipuminen kääntää proksimaalista ranneluuriviä ja saattaa johtaa ranteen yliojentumiseen. Varttinäluun kasvun jatkuessa se alkaa taipua

myös mediaalisesti ja jalka alkaa kääntyä valgus-asentoon varpaiden kääntyessä lateraalisuuntaan (katsauksessa Fox ym. 1984).

Kyynärvarren proksimaaliosassa kyynärluuhun nähden liian pitkä värttinäluu painaa olkaluuta proksimaalisuuntaan, mikä johtaa kyynärnivelen inkongruenssiin ja vakavissa tapauksissa kyynärluun telaloven distaaliseseen sijoiltaanmenoon (katsauksessa Fox ym. 1984, Barr & Kirberger 2006). Tällöin myös mediaalinen ja lateraalinen varislisäke siirtyvät värttinäluuhun nähden liian distaalisesti ja värttinäluun pää siirtyy kraniolateraalisuuntaan (katsauksessa Fox ym. 1984). Lisäksi olkaluun nivelnastan siirtyessä voimakkaasti proksimaalisuuntaan myös kyynärpään uloke voi vaurioitua (katsauksessa Fox ym. 1984).

#### **2.4.2.1 Kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaisen sulkeutumisen etiologia kondrodystrofisilla koiraroduilla**

Kondrodystrofisilla roduilla kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaista sulkeutumista esiintyy suhteellisen paljon ilman tiedettyä traumaa ja taustalla onkin epäilty olevan synnynnäiset tekijät (Lau 1977, Rasmussen & Reimann 1977, katsauksessa Carrig 1983, Gilson ym. 1989). Kyynärluun distaalisen kasvulinjan ennenaikaista sulkeutumista on todettu kondrodystrofisista roduista mm. basset houndeilla, mäyräkoirilla, welsh corgeilla, skyenterriereillä, kiinanpalatsikoirilla ja shih tzulla (Lau 1977, Rasmussen & Reimann 1977, katsauksessa Weigel 1987, Gilson ym. 1989).

Lappalainen ym. (2016) totesivat tutkimuksessaan, että skyenterriereillä esiintyy merkittävästi kyynärnivelen inkongruenssia. Tutkimukseen osallistui 45 koiraa, joista lähes puolella (49%) todettiin kohtalainen tai vakava kyynärnivelen inkongruenssi. Myös basset houndeilla kyynärluun hidastuneen kasvun on todettu olevan suhteellisen yleinen vaiva (Rasmussen & Reimann 1977, Gilson ym. 1989).

Lau (1977) tutki kyynärluun distaalisen kasvulinjan ennenaikaista sulkeutumista ja sen periytymistä skyenterriereillä seuraamalla oireettomilla, oireilevilla sekä oletetuilla kantajilla tehtyjä risteytyksiä ja niistä syntyneiden pentujen mahdollista sairastumista. Tutkimuksen perusteella hän päätteli, että skyenterriereillä kyynärluun distaalisen kasvulinjan sulkeutuminen on resessiivisesti periytyvä ominaisuus, mutta sen ilmeneminen vaihtelee.

Rasmussen & Reimann (1977) tutkivat kyynärluun hidastuneen kasvun etiopatogeneesiä basset houndeilla seuraten pentuja usean kuukauden ajan. Tutkimuksen 94 pennusta 37:lla tiedettiin olevan yksi tai useampi sairas esi-isä kolmessa sukupolvessa ja näistä pennuista 30 sairastui. Myös he päättelivät kyynärluun hidastuneen kasvun olevan resessiivisesti periytyvä ominaisuus.

#### **2.4.2.2 Kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaisen sulkeutumisen oireet**

Ensimmäinen oire kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaisesta sulkeutumisesta on yleensä ontuminen (katsauksessa Fox ym. 1984). Lievissä tapauksissa ontuminen saattaa olla ajoittaista, mutta vakavammissa jatkuvaa (Rasmussen & Reimann 1977). Lievissä tapauksissa ei välttämättä ole selkeitä ulkoisia muutoksia raajassa, vaan ainoa merkki on röntgenkuvassa nähtävä kyynär-olkaluunivelen nivelraon leventyminen (Rasmussen & Reimann 1977). Vakavammissa tapauksissa ontuminen on jatkuvaa ja noin 1–2 kuukauden kuluttua ontumisen alkamisesta havaitaan eturaajan taipuminen sekä liikkeen muuttuminen melovaksi (Rasmussen & Reimann 1977, katsauksessa Fox ym. 1984). Raaja kaareutuu etenkin mediaalisesti ja joissakin tapauksissa myös kraniaalisesti. Lisäksi ranne taipuu valgus-asentoon ja varpaat kääntyvät lateraalisesti (Rasmussen & Reimann 1977, Ramadan & Vaughan 1978, katsauksessa Fox ym. 1984). Kyynärnível voi olla tunnustellessa kipeä ja turvoksissa ja siinä voidaan havaita taivuttaessa kipua, rutinaa sekä liikerajoituksia (Lau 1977, Ramadan & Vaughan 1978, katsauksessa Fox ym. 1984).

Lappalaisen ym. (2016) tutkimuksessa skyenterriereiden omistajien kertoman mukaan noin kolmasosalla (33%) koirista oli esiintynyt ontumista ennen yhden vuoden ikää ja osalla (14%) myös vanhemmalla iällä.

Ramadan & Vaughan (1978) totesivat tutkimuksessaan, että klinisiä oireita tai muutoksia röntgenkuvissa ei havaittu ennen kuin koirat olivat 3,5–4 kuukautta vanhoja. Toisaalta pennuilla, joilla myöhemmin todettiin muutoksia kyynärnivelessä, oli 2 kuukauden iän jälkeen röntgenkuvissa nähtävissä epänormaalin leveä ja epäsäännöllinen kyynärluun distaalinen kasvulevy.

#### **2.4.2.3 Histologiset muutokset liian aikaisin sulkeutuvassa kyynärluun distaalisessa kasvulevyssä**

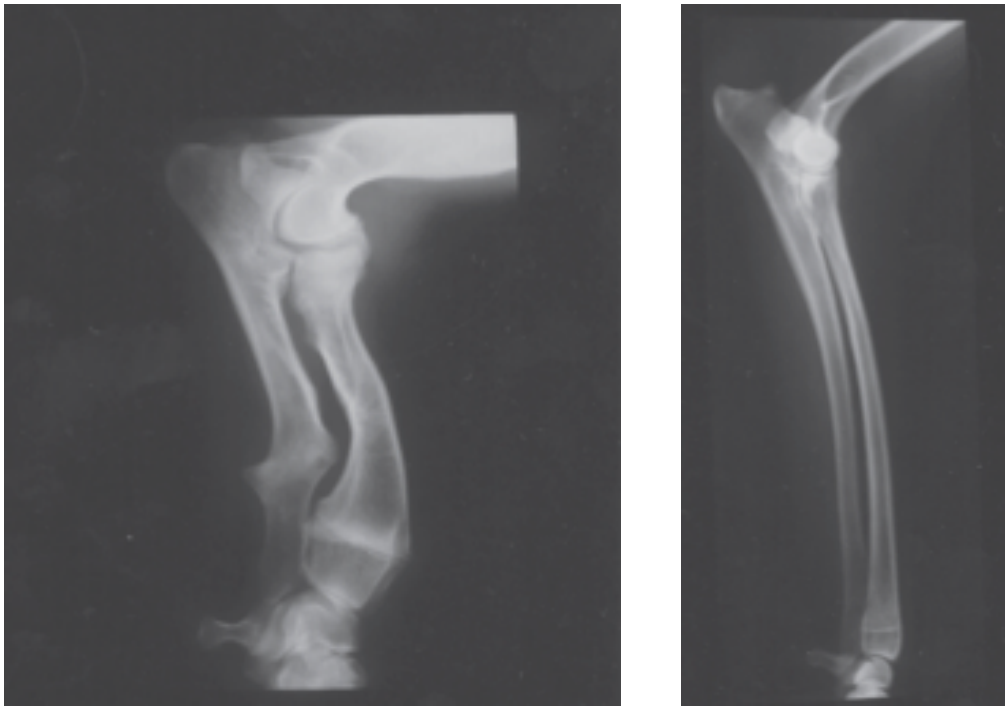
Rasmussen & Reimann (1977) havaitsivat selkeitä histologisia muutoksia oireilevien koiranpentujen kyynärluun distaalisessa kasvulevyssä. Selvimmät muutokset nähtiin 4,5 kuukauden ikäisellä pennulla. Kasvulevyn lepovyöhykkeen paksuus vaihteli ja sen raja oli epätasainen. Rustoa muodostavat solut olivat epäorganisoiduneita ja muodostivat rykelmiä. Ruston soluväliainetta oli vähemmän ja se värjäytyi epätasaisesti.

### **2.5 Röntgenkuvaus**

#### **2.5.1 Kondrodystrofisten koirarotujen eturaajan rotutyypilliset muutokset röntgenkuvissa**

Kondrodystrofisilla koirilla kyynärvarren luut ovat röntgenkuvissa leveämmät ja lyhyemmät kuin muilla roduilla (kuva 7) (Martinez ym. 2007). Värttinäluu on taipunut kraniolateraalisuuntaan, minkä vuoksi luiden välinen tila on leveämpi (Barr & Kirberger 2006, Martinez ym. 2007). Lisäksi värttinäluun distaalinen metafyysi on leveä (Martinez ym. 2007). Kyynärluu on myös leveämpi etenkin proksimaalisesta ja distaalisesta osastaan, ja sekin on usein jonkin verran

taipunut (Barr & Kirberger 2006, Martinez ym. 2007). Kasvavilla yksilöillä kasvulevyt voivat olla selvästi leventyneet (Barr & Kirberger 2006).



*Kuva 7. Röntgenkuvat kondrodystrofisen basset houndin (vasemmalla) ja ei-kondrodystrofisen dobermannin (oikealla) kyynärvarsista. Muokattu: (Martinez ym. 2007)*

### **2.5.2 Kyynärnivelen kehityshäiriön diagnosoiminen röntgenkuvista ja Suomen Kennelliiton seulontakyynärkuvat**

Röntgenkuvaus on eniten käytetty tutkimusmenetelmä kyynärnivelen ongelmis-  
sa (Samoy ym. 2006, katsauksessa Cook & Cook 2009). Kyynärnivelen  
kehityshäiriön eri muodot näkyvät parhaiten tietyissä kuvakulmissa, joten on  
suositeltavaa kuvata kyynärnível useassa eri suunnassa ja asennossa  
(katsauksessa Cook & Cook 2009). Röntgenkuvat tulisi ottaa  
kraniokaudaalisuunnassa, 15 astetta pronaatioon käännettyssä  
kraniokaudaalisuunnassa sekä mediolateraalisuunnassa kahdessa eri  
asennossa, taivutettuna ja neutraaliasentoon ojennettuna (katsauksessa Cook  
& Cook 2009).



UAP havaitaan parhaiten mediolateraalisuunnassa otetusta taivutetusta kyynärnivelestä, jolloin nähdään epäsäännöllinen, röntgenharva raja kyynärpään ulokkeen ja kyynärluun välissä (katsauksessa Cook & Cook 2009). OC havaitaan parhaiten kraniokaudaalisuunnassa otetusta suorasta tai 15 astetta pronaatioon käännetyistä kuvista (katsauksessa Cook & Cook 2009). MCD:n diagnosoiminen röntgenkuvista on haastavaa ja sitä tulee arvioida kaikista neljästä eri kuvasuunnasta poissulkemalla muut kehityshäiriön muodot ja etsimällä merkkejä näkyvästä irtopalasta tai sekundaarisesta nivelrikosta (katsauksessa Cook & Cook 2009). Myös kyynärnivelen inkongruenssin havaitseminen röntgenkuvista voi olla haastavaa ja parhaan kuvaussuunnan on ajateltu olevan mediolateraalisuunnassa otettu, jossa kyynärnivel on ojennettuna (Barr & Kirberger 2006, katsauksessa Cook & Cook 2009).

Kyynärnivelen kehityshäiriö johtaa yleensä aina kyynärnivelen nivelrikkoon (katsauksessa Demko & McLaughlin 2005). Koska kehityshäiriön muotojen primaarimuutokset eivät ole aina selkeästi havaittavissa röntgenkuvissa, on kyynärnivelen seulontatutkimuksissa päädytty arvioimaan ensisijaisesti sekundaarisia nivelrikkomuutoksia (katsauksessa Cook & Cook 2009, Lappalainen ym. 2013b). Sekundaariset nivelrikkomuutokset ovat yleensä suhteellisen hyvin nähtävissä ja korreloivat hyvin nivelen tähystyksessä havaittujen rustomuutosten kanssa (Mason ym. 1980, Farrel ym. 2014).

Suomen Kennelliiton ohjeistuksen mukaan viralliset kyynärnivelkuvat otetaan molemmista kyynärpäistä mediolateraalisuunnassa 45 asteen kulmaan taivutettuna. Nivelen on oltava suorassa siten, että olkaluun lateraalinen ja mediaalinen nivelnasta eli kondylus ovat päällekkäin. Kyynärpään ulokkeen sekä kyynärluun nivelpinnan tulee näkyä kraniaalikärkeen asti. (Kennelliitto 2014)

Kyynärnivelet luokitellaan kansainvälisen kyynärniveltäryhmän (IEWG) ohjeistuksen mukaan, joka perustuu nivelrikon aiheuttamiin

sekundaarilöydöksiin (Lappalainen ym. 2013b). Eri kategoriat ja niiden määritelmät näkyvät oheisessa taulukossa (taulukko 2).

Kyynärniveldysplasian luokka	Kyynärnivelessä havaittavat muutokset
0 (ei muutoksia)	Normaali kyynärnivel, ei merkkejä nivelrikosta
1 (lievä)	Lievät nivelrikkomuutokset, osteofyytit < 2 mm korkeita, nähdään yleensä kyynärpään ulokkeen dorsaalipinnalla
2 (kohtalainen)	Kyynärpään ulokkeen dorsaalipinnalla 2-5 mm korkeita osteofyyttejä, kyynärluun varislisäkkeessä muutoksia tai nivel lievästi epämuodostunut
3 (vakava)	Merkittäviä nivelrikkomuutoksia havaittavissa tai kyynärpään ulokkeen dorsaalipinnalla > 5 mm korkeita osteofyyttejä, kiinnittymätön kyynärpään uloke tai vakava inkongruenssi nivelessä

Taulukko 2. Kyynärniveldysplasian luokittelu Suomessa. Muokattu: (Lappalainen ym. 2013b)

45 asteen kulmassa otettu kyynärnivelen mediolateraalikuva on todettu olevan sensitiivinen sekundaaristen nivelrikkomuutosten arvioinnissa (Barr & Kirberger 2006, Lappalainen ym. 2013b). Tässä kuvausasennossa nähdään parhaiten kyynärpään uloke, jossa ensimmäiset nivelrikkomuutokset yleensä havaitaan (Barr & Kirberger 2006, Lappalainen ym. 2013b). Kuten edellä mainittiin, tässä projektiossa havaitaan parhaiten myös UAP ja lisäksi voidaan nähdä MCD:n aiheuttamat muutokset (Barr & Kirberger 2006, katsauksessa Cook & Cook 2009, Lappalainen ym. 2013b). Kyynärnivelen inkongruenssin tämä taivutuskulma kuitenkin peittää etenkin silloin, kun on kyse hyvin lievästä inkongruenssista (katsauksessa Cook & Cook 2009).

### **2.5.3 Muita kyynärnivelen kehityshäiriön diagnoimiseen käytettäviä tutkimusmenetelmiä**

Etenkin MCD:n, OC:n ja kyynärnivelen inkongruenssin havaitseminen röntgenkuvista voi siis olla haastavaa. Tietokonetomografiakuvantaminen on viime vuosina lisääntynyt selvästi ja sitä käytetään paljon, mikäli röntgenkuvissa ei löydetä selkeää syytä. Tietokonetomografian avulla kyynärnivelen rakenteet saadaan näkyviin leikkeinä useasta eri kohdasta eikä rakenteiden päällekkäisyys ole siten ongelma. Kuvasta voidaan myös rakentaa kolmiulotteinen malli, josta voidaan paremmin arvioida kyynärnivelen rakenteita ja niiden suhteita toisiinsa. (katsauksessa Cook & Cook 2009)

Muita mahdollisia kuvantamismenetelmiä ovat magneettikuvaus, ultraäänitutkimus sekä skintigrafiakuvaus, joskin nämä menetelmät soveltuvat paremmin pehmytkudosten arvioimiseen (katsauksessa Cook & Cook 2009). Magneettikuvantaminen on ainut ei-invasiivinen menetelmä nivelruston arvioimiseen, mutta kyynärnivelen pienen niveltilan ja ohuen rustokerroksen vuoksi sen tutkimista magneettikuvauksen avulla pidetään epäluotettavana (katsauksessa Cook & Cook 2009, Janach 2011).

Kyynärnível voidaan myös tähyttää nivelensisäisesti, jolloin päästään arvioimaan suoraan nivelen rakenteita ja kongruenssia sekä nivelruston pintaa (Moores ym. 2008, Samoy ym 2012a). Lisäksi osa muutoksista, kuten murtunut kyynärluun mediaalinen varislisäke, voidaan samalla hoitaa (Moores ym. 2008). Tähyttämisen haittapuolena on sen invasiivisuus (Farrel ym. 2014).

Moores ym. (2008) vertailivat tutkimuksessaan kyynärnivelen tähyttämistä ja tietokonetomografiatutkimusta kyynärnivelen kehityshäiriön aiheuttamien muutosten havaitsemisessa. He totesivat, että tietokonetomografiatutkimuksessa ja nivelen tähyttämisessä havaitut muutokset korreloivat pääsääntöisesti hyvin keskenään. 23 kyynärnivelen kohdalla eri tutkimusmenetelmien löydökset olivat kuitenkin ristiriidassa

keskenään: tietokonetomografiatutkimuksessa MCD:ksi diagnosoiduista 18 % tapauksista (8 kpl) ei löydetty muutoksia tähystyksessä, samoin tähystämällä MCD:ksi diagnosoiduista 29 % tapauksista (15 kpl) ei havaittu muutoksia tietokonetomografiatutkimuksessa. Jälkimmäisistä suurimmassa osassa kyseessä oli paikaltaan siirtymätön irtopala.

Moore:n ym. (2008) tutkimuksen perusteella voidaan siis todeta, että kyynärnivelen kehityshäiriötä ei voida täysin sulkea pois, vaikka tietokonetomografiatutkimuksessa tai nivelen tähystyksessä yksinään ei havaittaisi merkkejä siitä.

#### **2.5.4 Radiologiset muutokset kyynärnivelen distaalisen kasvulevyn ennenaikaisessa sulkeutumisessa**

Kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikainen sulkeutuminen diagnosoidaan yleensä röntgenkuvista (kuva 8). Röntgenkuvat on suositeltavaa ottaa molemmista eturaajoista ja kuvista tulisi arvioida tarkasti kasvulevyjen kokoa, mitata varttinä- ja kyynärluiden pituus, arvioida tai mitata nivelrakojen leveys, arvioida mahdollisen luiden varsiosan taipumisen suunta, arvioida ranteen taipuminen sekä kyynär- ja rannenivelten mahdollinen nivelrikko (katsauksessa Fox ym. 1984).

Ensimmäinen röntgenkuvissa nähtävä muutos on usein kyynärluun distaalisen kasvulevyn kapeneminen sen kärjen alueella (Ramadan & Vaughan 1978, katsauksessa Fox ym. 1984). Tästä 3–4 viikon kuluttua havaitaan koko kasvulevyn luutuminen, jolloin se näkyy viivamaisena muuta luukudosta röntgentiiviimpänä arpena (katsauksessa Fox ym. 1984, Barr & Kirberger 2006). Varttinäluun mahdollisesti auki olevat kasvulevyt näkyvät röntgenharvana vyöhykkeenä (Barr & Kirberger 2006).

Kyynärnivelessä voidaan nähdä inkongruenssia, jossa olka-kyynärluunivelen nivelrako on leventynyt (Ramadan & Vaughan 1978, Barr & Kirberger 2006). Kyynär- ja varttinäluut saattavat olla lyhentyneet terveeseen jalkaan verrattuna

(Ramadan & Vaughan 1978, katsauksessa Fox ym. 1984). Kyynärluu saattaa olla myös normaalia leveämpi, etenkin distaaliosastaan (Ramadan & Vaughan 1978).

Vakavissa tapauksissa kyynärluun telalovi on siirtynyt kaudaalisesti olkaluun nivelnastaan nähden sekä mediaalinen ja lateraalinen varisliäke distaalisesti varttinäluuhun nähden (Ramadan & Vaughan 1978, katsauksessa Fox ym. 1984, Barr & Kirberger 2006). Varttinäluun pää voi olla siirtynyt kraniolateraalisuuntaan ja olkaluun nivelnasta proksimaalisuuntaan (Rasmussen & Reimann 1977, katsauksessa Fox ym. 1984). Varttinäluu taipuu mediaalisesti ja mahdollisesti myös kraniaalisesti (Rasmussen & Reimann 1977, katsauksessa Fox ym. 1984). Lisäksi varttinäluun diafyysin kaudaalireunassa sekä vastaavassa kohtaa kyynärluun kraniaalireunassa voidaan nähdä luun kuorikerroksen paksuuntumista (Ramadan & Vaughan 1978, Barr & Kirberger 2006). Kasvavalla yksilöllä kaareutuneen varttinäluun distaalinen kasvulevy voi olla toiselta reunalta kaventunut ja vastaavasti toiselta leventynyt (Ramadan & Vaughan 1978, katsauksessa Fox ym. 1984). Kyynärluun puikkoliäke voi olla siirtynyt proksimaalisesti (Rasmussen & Reimann 1977).

Rasmussen & Reimann (1977) havaitsivat basset houndeilla tekemässään tutkimuksessa kyynärluun distaalisen kasvulevyn olevan röntgenkuvissa normaali 6 viikon ikään asti. 2 kuukauden iän jälkeen kasvulevy näkyi epänormaalin leveänä ja epäsäännöllisenä, mikä vastasi histologisia löydöksiä.

### **2.5.5 Kyynärnivelen inkongruenssin diagnosoiminen röntgenkuvista**

Kyynärnivelen inkongruenssia arvioitaessa on suositeltavaa ottaa röntgenkuvat kyynärnivelestä kraniokaudaalisuunnassa sekä mediolateraalisuunnassa ojennetusta nivelestä (Samoy ym. 2006). Inkongruentissa kyynärnivelessä voidaan röntgenkuvissa nähdä joitakin seuraavista muutoksista: porras kyynärluun mediaalisen varisliäkkeen sekä varttinäluun pään välillä, leventynyt olka-kyynärluunivelen tai olka-varttinäluunivelen nivetrako, olkaluun siirtyminen

kraniaalisesti väärtinäluuhun nähden tai elliptinen kyynärluun telalovi (Wind 1986, Samoy ym. 2006). Lisäksi inkongruenssi johtaa nivelen epästabiileettiin, mikä taas johtaa nivelrikkoon ja siten sekundaarisiin nivelrikkomuutoksiin (Samoy ym. 2006).



*Kuva 8. Mediolateraalisuunnassa otettu röntgenkuva 7 kuukauden ikäisen kääpiömäyräkoiran kyynärvarresta, jossa nähdään kyynärluun distaalisen kasvulevyn ennenaikaisen sulkeutumisen aiheuttamia muutoksia. Muokattu: (Helsingin Yliopistollinen Eläinsairaala).*

Wind (1986) päätteli, ettei kyynärnivelen asennolla ollut väliä inkongruenssin vakavuusasteen määrittämisessä röntgenkuvasta. Murphy ym. (1998) sekä Mason ym. (1980) totesivat kuitenkin, että röntgentutkimus ei ollut riittävän sensitiivinen inkongruenssin arvioimiseen, koska rakenteiden päällekkäisyys ja nivelen asennon muutokset häiritsivät arviointia. Murphy ym. (1998) havaitsivat, että sisä- tai ulkokierteisessä kyynärnivelessä nähtiin porras kyynär- ja

värttinäluiden välillä, vaikka nivel oli terve. Murphy ym. (1998) ja Blond ym. (2005) totesivat, että röntgenkuvissa kyynärnivelen inkongruenssi tulee parhaiten esille niveleen keskitetyssä, mediolateraalisuunnassa otetussa 90 asteen kulmaan taivutetussa kyynärnivelessä.

Blond ym. (2005) arvioivat tutkimuksessaan kyynärnivelen inkongruenssia kuolleiden koirien eturaajoilla. He aiheuttivat kyynärniveleen keinotekoisesti inkongruenssia lyhentämällä värttinäluuta 1–3 millimetriä. Nivel määriteltiin inkongruentiksi, mikäli yksi tai useampi seuraavista kriteereistä täyttyi: suurentunut olka- ja kyynärluun välinen nivelrako, porras kyynärluun ja värttinäluun välillä tai epäsymmetrinen olka- ja värttinäluun välinen nivelrako. Tutkimuksessa todettiin sensitiivisyyden olevan erinomainen luiden pituuseron ollessa 2 mm tai yli, mutta heikkenevän huomattavasti, mikäli ero oli vain 1 mm.

Samoy ym. (2012a) totesivat koirapotilailla tehdyssä tutkimuksessaan, että röntgenkuvat soveltuvat hyvin kyynärnivelen inkongruenssin diagnosoimiseen, joskin oikea luokittelu on haastavaa. He myös totesivat, että 90 asteen kulma ei ole välttämätön inkongruenssin havaitsemiseksi kliinisesti sairailta potilailla, eikä mahdollinen nivelrikko häiritse inkongruenssin arviointia. Heidän tutkimuksessaan lievässä inkongruenssissa sensitiivisyys oli keskinkertainen (75 %), keskivaikeassa hyvä (90 %) ja vaikeassa erinomainen (98 %).

Inkongruenssin arvioimiseen on kehitetty erilaisia protokollia. Gilson ym. (1989) mittasivat mediolateraalisuunnassa otetusta röntgenkuvasta kyynärluun mediaalisen varislisäkkeen etäisyyden värttinäluun päähän (etäisyys a) sekä kyynärlisäkkeen proksimaalipäähän (etäisyys b). Ensiksi mitattu etäisyys (a) jaettiin seuraavaksi mitatulla etäisyydellä (b), jolloin saatiin tulokseksi olka-kyynärnivelen subluksaatioindeksi. Subluksaatioindeksi kehitettiin, jotta eri kokoisten koirien kyynärnivelet olisivat vertailukelpoisia (Gilson ym. 1989). Proks ym. (2011) käyttivät inkongruenssin arvioimiseen protokollaa, jossa kyynärnivel aseteltiin noin 135 asteen kulmaan ja röntgenkuvattiin mediolateraalisuunnassa. Kuvaan piirrettiin kaksi ympyrää, joista toinen myötäili kyynärluun telalovea ja toinen olkaluun telan kaudaalireunaa. Ympyröiden

keskipisteet määritettiin ja subluksaatioindeksi laskettiin mittaamalla keskipisteiden välimatka toisiinsa nähden.

Lappalainen ym. (2016) kehittivät skyenterriereiden kyynärnivelprojektissaan inkongruenssin arvioimiseen asteikon, joka perustui olkaluun ja kyynärluun välisen nivelraon suuruuteen. Nivelrako mitattiin mediolateraalisuunnassa otetusta röntgenkuvasta, jossa kyynärniveli oli taivutettu 90 asteen kulmaan. Nivelet luokiteltiin neljään luokkaan INC0—INC3 eli normaali, lievä, kohtalainen ja vakava inkongruenssi. Lisäksi skyenterriereiden kyynärnivelprojektissa otettiin mahdollinen nivelrikko huomioon siten, että mikäli kyynärnivelessä havaittiin nivelrikkomuutoksia, se ei voinut saada arviota 0 tai 1 (Skyenterrierikerho ry).

#### **2.5.6 Kyynärnivelen inkongruenssin diagnosoimiseen käytettävät muut tutkimusmenetelmät**

Kyynärnivelen inkongruenssia voidaan arvioida myös tietokonetomografiatutkimuksen avulla, nivelen tähystyksellä sekä magneettikuvantamisen avulla (Janach ym. 2006, Samoy ym. 2006, Wagner ym. 2007)

Samoy ym (2012a) vertasivat tietokonetomografiakuvia sekä niveltähystyslöydöksiä koirista, joilla oli todettu vakava kyynärnivelen inkongruenssi ja MCD.

Inkongruentissa kyynärnivelessä havaittiin tietokonetomografiatutkimuksessa kuvaussuunnasta riippuen erilaisia muutoksia. Transversaali- eli poikittaissuuntaisissa kuvissa nähtiin suurentunut nivelrako ja selkeä epäsuhtaisuus kyynärluun ja olkaluun välillä. Lisäksi varttinäluun ja kyynärluun välinen nivel näytti epätasaiselta ja nivelpinnat epäsopivilta toisiinsa nähden. Sagittaali- eli medio-lateraalisuuntaisissa kuvissa nivelessä nähtiin niin ikään suurentunut nivelrako ja kongruenssin puute kyynär- ja olkaluun välillä. Lisäksi kyynär- ja varttinäluun välillä havaittiin porras, ja olkaluun nivelnasta oli osalla



siirtynyt kraniaalisesti varttinäluun kraniaalipintaan nähden. Dorsaali- eli kranio-kaudaalisuuntaisissa kuvissa nivelessä nähtiin porras varttinäluun ja kyynärluun mediaalisen varislisäkkeen välillä (Samoy ym. 2012b).

Kyynärnivelen tähystyksessä inkongruentissa nivelessä havaittiin porras kyynärluun ja varttinäluun välillä. Varttinäluun ja kyynärluun välinen nivelrako oli normaalia leveämpi, mutta olkaluun ja kyynärluun välistä nivelrakoa ei voitu arvioida. Kyynär- ja varttinäluun välinen nivel näytti osalla epäsäännölliseltä ja nivelrusto epätasaiselta. Varttinäluun pään nivelpinta näytti myös epäsäännölliseltä ja osalla se oli epänormaalin värinen ja näytti ”karvaiselta”. Osalla kyynärluun telaloven nivelrusto oli epäsäännöllinen ja keskellä telalovea nähtiin punertava alue, joka laajeni lateraalisesti (Samoy ym. 2012c).

Wagner ym. (2007) vertasivat tutkimuksessaan röntgenkuvausta, tietokonetomografiatutkimusta sekä nivelen tähystämistä kyynärnivelen inkongruenssin arvioimiseksi. He totesivat, että paras tutkimusmenetelmä inkongruenssin diagnosoimiseksi on kyynärnivelen tähystäminen ja toiseksi paras kyynärnivelen tietokonetomografiakuvaus. Heidän mukaansa röntgenkuvistakin on mahdollista diagnosoida kyynärnivelen inkongruenssi, joskin varsinkin lievissä tapauksissa se on muita tutkimusmenetelmiä epävarmempi. Kuten Masonin ym. (1980) sekä Murphyn ym. (1998) tutkimuksissa todettiin, röntgenkuvauksessa kyynärnivelen asennonmuutokset häiritsevät inkongruenssin arviointia, kun taas tietokonetomografiatutkimuksessa lievät muutokset asennossa eivät häiritse kuvantamista tai inkongruenssin arviointia (Mason ym 1980, Murphy ym. 1998, Gemmil ym. 2006). Böttcher ym. (2009) totesivat, että tietokonetomografiatutkimuksista kolmiulotteinen kuvantaminen on inkongruenssin arviointiin parempi kuin kaksiulotteinen kuvantaminen.

## **2.6 Kyynärnivelen inkongruenssin huomioon ottaminen jalostuksessa kondrodystrofisilla koiraroduilla**

Kondrodystrofisista koiraroduista Suomen Kennelliiton perinnöllisten vikojen ja sairauksien vastustusohjelman (PEVISA) piiriin kuuluvat mäyräkoirat, lancashirenkarjakoira, tiibetinspanieli sekä welsh corgi pembroke ja cardigan, ja näistä kyynärnivelten osalta vain welsh corgit (Suomen Kennelliitto 2016). Tämä tarkoittaa, että vain welsh corgien kyynärnivelet tulee röntgenkuvata ja arvostella ennen yksilön käyttämistä jalostukseen.

Welsh corgien jalostustavoiteohjelmassa mainitaan kyynärnivelen kehityshäiriö yhtenä niillä esiintyvänä sairautena (Suomen Welsh Corgi Seura ry). Myös skyenterriereiden sekä havannankoirien jalostustavoiteohjelmassa kerrotaan kyynärnivelen kehityshäiriöstä ja mainitaan, että asia tulisi ottaa huomioon jalostusvalintoja tehtäessä, vaikka ne eivät PEVISA:n piiriin kuulukaan (Havannalaiset ry, Skyenterrierikerho ry).

Basset houndin, länsigöötanmaanpystykorvan, petit passet griffon vendéenin, grand basset griffon vendéenin, lancashirenkarjakoiran ja skotlanninterrierin rotuyhdistyksen verkkosivuilla tai jalostustavoiteohjelmassa mainitaan rodun terveystietojen kohdalla kyynärnivelen kehityshäiriö, mutta sen vaikutuksesta jalostukseen ei puhuta (Länsigöötanmaanpystykorvat ry, Skotlanninterrierikerho ry, Suomen Lancashire Heeler yhdistys, Suomen Basset Hound - Yhdistys ry, Suomen Bassetkerho ry).

Muiden kondrodystrofisten rotujen, mm. mäyräkoirien, rotuyhdistyksen tai jalostustavoiteohjelman terveysosiossa ei ole minkäänlaista mainintaa kyynärnivelen kehityshäiriötä (Cairnterrierikerho, Dandiedinmontinterrierit - DDT ry, Shih tzu ry, Suomen Mäyräkoiraliitto SML ry, Suomen Norwichin- ja Norfolkinterrierit ry, Suomen Pekingesikerho ry, Tiibetinspanielit ry, Westiekerho ry). Glen of imaalinterriereiden ja skyenterriereiden eturaajan rakenteesta on tutkimus käynnissä Helsingin Yliopiston eläinlääketieteellisen tiedekunnan

Kliinisen hevos- ja pieneläinsairauksien osastolla (Skyenterrierikerho ry, Suomen Glennit ry).

### **3 AINEISTO JA MENETELMÄT**

#### **3.1 Aineisto**

Tutkimusta varten kerättiin kaikki Helsingin Yliopistollisessa Eläinsairaalassa vuosien 2005–2015 aikana röntgenkuvatut koirat, joiden kyynärnível (toinen tai molemmat) oli kuvattu, ja jotka edustivat Parkerin ym. (2009) kondrodystrofiseksi luokiteltuja rotuja. Lisäksi tutkimusta varten oli käytettävissä vuonna 1998 Yliopistollisessa Eläinsairaalassa aikaisempaa tutkimusta varten kuvattujen 21 kääpiömäyräkoiran analogiset, röntgenfilmille kuvatut kyynärnívelkuvat sekä toisella klinikalla eläinlääkäri Juha Kallion toimesta kuvattujen 12 welsh corgi pembroke -rotuisen koiran kyynärnívelkuvat. Skyenterrieri jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle, sillä niiden kyynärnívelkuvia on arvioitu aikaisemmassa tutkimuksessa. Koirien esitiedoilla, kuten iällä tai röntgenkuvauksen syyllä ei ollut merkitystä tutkimukseen valinnassa, joskin suurin osa Yliopistollisessa Eläinsairaalassa kuvatuista koirista oli kuvattu ontuman tai etujalan aristuksen vuoksi. Tutkimuksesta suljettiin kuitenkin pois koirat, joille oli tehty kyynärniveleen vaikuttava leikkaus.

#### **3.2 Menetelmät**

Tutkimukseen valittiin röntgenkuvat, jotka oli kuvattu mediolateraalisuunnassa kyynärnível noin 90 asteen kulmaan taivutettuna. Kuvissa tuli näkyä koko kyynärnível sekä lisäksi sen verran olkaluuta ja kyynärvartta, että kyynärnívelen taivutuskulma voitiin arvioida. Taivutuskulma arvioitiin silmämääräisesti.

Kyynärnívelen inkongruenssin arvioimiseen käytettiin Lappalaisen ym. (2016) skyenterriereille kehittämää luokittelua. Tutkielman tekijänä suoritin kaikki mittaukset sekä röntgenkuvien arvioinnin. Jokainen kyynärnível mitattiin

röntgenkuvasta olkaluun ja kyynärluun välisestä nivelraosta sen leveimmästä kohdasta 3 kertaa käyttäen apuna lukuohjelman etäisyyden mittaustyökalua (kuva 9). Röntgenfilmille kuvatuista kyynärnivelkuvista nivelraon leveys mitattiin viivoittimen avulla. Mittauksista laskettiin niiden keskiarvo. Lisäksi arvioitiin mahdollinen nivelrikon aste. Luokitteluperusteena käytettiin aiemmin esiteltyä, skyenterriereille niiden kyynärnivelprojektissa kehitettyä arvosteluasteikkoa, jossa nivelet luokiteltiin neljään luokkaan INC0—INC3 eli ei muutoksia, lievä, kohtalainen ja vakava. Nivel, jossa esiintyi nivelrikkomuutoksia, ei voinut saada arviota INC0 tai INC1 (Skyenterrierikerho ry). Luokitteluperusteet on esitetty taulukossa 3 (Skyenterrierikerho ry).



*Kuva 9.* Welsh corgi pembroke -rotuisen koiran oikea kyynärnivel, jonka olka- ja kyynärluun välinen nivelrako mitattu ja sen perusteella nivel saanut arvostelun INC2. Muokattu: (Eläinlääkäri Juha Kallio).

Luokka	Olka- ja kyynärluun välisen nivelraon leveys
INC 0 (normaali)	Alle 1 mm
INC 1 (lievä)	1-2 mm
INC 2 (kohtalainen)	2-3 mm
INC 3 (vakava)	> 3 mm

*Taulukko 3.* Kyynärnivelen inkongruenssin luokittelu perustuen olka- ja kyynärluun välisen nivelraon leveyteen (Skyenterrierikerho ry)

Mittauksia ja arviointia varten aineistoa ei sokkoutettu, vaan jokaisen koiran esitiedot olivat tiedossa röntgenkuvia tarkasteltaessa. Lisäksi osalla koirista oli saatavilla myös muita projektioita, kuten mediolateraalikuva 45 asteen kulmaan taivutetusta kyynärnivelestä sekä kraniokaudaalikuva. Nämäkin katsottiin, mutta niitä ei käytetty inkongruenssin tai nivelrikon arviointiin.

Digitaalisten röntgenkuvien tarkasteluun ja arviointiin käytettiin Pixmeon OsiriX-lukuohjelman versiota 5.8.2.

Aineiston tilastolliseen käsittelyyn käytettiin IBM SPSS Statistics -ohjelman versiota 23. Ristiintaulukoinnin ja khiin neliö -testin avulla tarkasteltiin sukupuolen ja inkongruenssin yhteyttä sekä kääpiömäyräkoirien ja welsh corgi pembroke -rotuisten koirien osalta rodun ja inkongruenssin yhteyttä. Oletusarvona oli, että sukupuolella tai rodulla ei ole yhteyttä inkongruenssin esiintymiseen. Eroa pidettiin tilastollisesti merkitseväenä, mikäli p-arvo oli  $\leq 0,05$ . Mikäli p-arvo oli yli 0,05, oletusarvoa pidettiin todenmukaisena.

Koirat ryhmiteltiin neljään inkongruenssiluokkaan (INC0—INC3) huonomman jalan kyynärnivelen perusteella. INC0- ja INC3 -luokissa oli vain muutama koira, joten tilastollista käsittelyä varten luokat yhdistettiin kahteen suurempaan luokkaan INC0/1 ja INC2/3.

## 4 TULOKSET

Yhteensä tutkimukseen saatiin 44 koiraa. Näistä 16:lla oli tutkimuksen kannalta sopiva kuva vain toisesta etujalasta, joten tutkimukseen saatiin yhteensä 72 kyynärniveltä. Tutkimukseen valittujen koirien rodut jakaantuivat seuraavasti: 14 welsh corgi pembrokea, 1 welsh corgi cardigan, 1 länsigöötanmaanpystykorva, 1 skotlanninterrieri, 1 petit basset griffon vendéen, 2 lancashirenkarjakoira, 1 havannankoira, 2 glen of imaalinterrieriä, 17 kääpiömäyräkoira (11 karkeakarvaista, 1 lyhytkarvainen, 5 pitkäkarvaista), 3 mäyräkoira (2 karkeakarvaista, 1 lyhytkarvainen) sekä 1 cairnterrieri. Tutkimuksesta jäi pois kondrodystrofiin rotuihin kuuluvien basset houndin, dandie dinmontinterrierin, norwichinterrierin, kiinanpalatsikoiran, shih tzun, tiibetinspanielin sekä valkoisen länsiylämaaninterrierin kyynärnivelekuvat, sillä niitä ei ole joko kuvattu tai kuvausasento oli väärä.

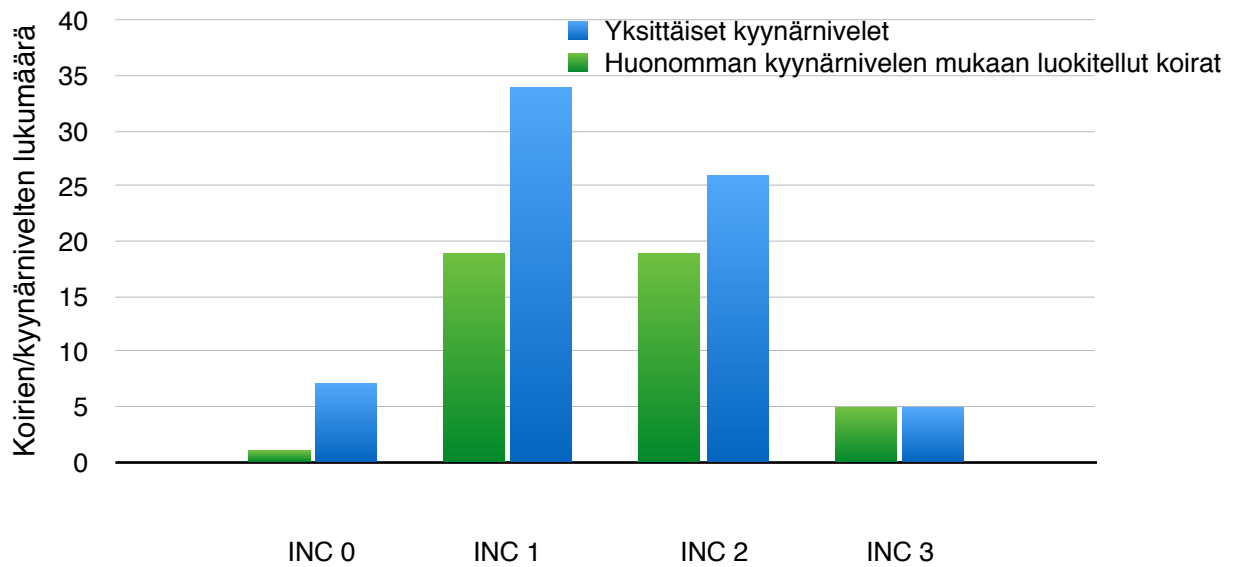
Tutkimukseen valitut koirat olivat iältään 3 kuukautta—11 vuotta. Keskiarvo oli 3,7 vuotta ja ikäjakauman mediaani eli keskiluku 3 vuotta. Koirista 25 oli narttuja ja 19 uroksia.

Olka- ja kyynärluun välisen nivelraon leveyden vaihteluväli oli 0,85–4,55 millimetriä. Keskiarvo oli 1,75 millimetriä ja mediaani 1,60 millimetriä.

Kaikista kyynärnivelistä INC0-arvostelun sai 10 % (7 kpl), INC1-arvostelun sai 47 % (34 kpl), INC2-arvostelun sai 36 % (26 kpl) ja INC3-arvostelun 7 % (5 kpl). Kuvassa 10 on röntgenkuvat eri inkongruenssiluokkiin (INC0 — INC3) luokitelluista kyynärnivelistä. Kun koirat luokiteltiin huonomman kyynärnivelen perusteella, koirista 2 % (1 kpl) sai arvostelun INC0. INC1- ja INC2-arvostelun sai yhtä suuri osa koirista; 42 % (19 kpl) molempia. Koirista 11 % (5 kpl) sai arvostelun INC3. Tulokset on esitelty taulukossa 4.



*Kuva 10.* Eri inkongruenssiluokkiin luokiteltuja kyynärniveviä. Ylhäällä INC0 (vas) ja INC1 (oik), alhaalla INC2 (vas) ja INC3 (oik). Muokattu: (Eläinlääkäri Juha Kallio, Helsingin Yliopistollinen Eläinsairaala).



*Taulukko 4.* Inkongruenssin esiintyvyys yksittäisissä kyynärnivelistä sekä huonomman kyynärnivelen perusteella luokitelluilla koirilla.

Koirat jaettiin roduittain huonomman kyynärnivelen inkongruenssiasteen perusteella kahteen ryhmään: INC 0/1 sekä INC 2/3. Tulokset on esitelty taulukossa 5.



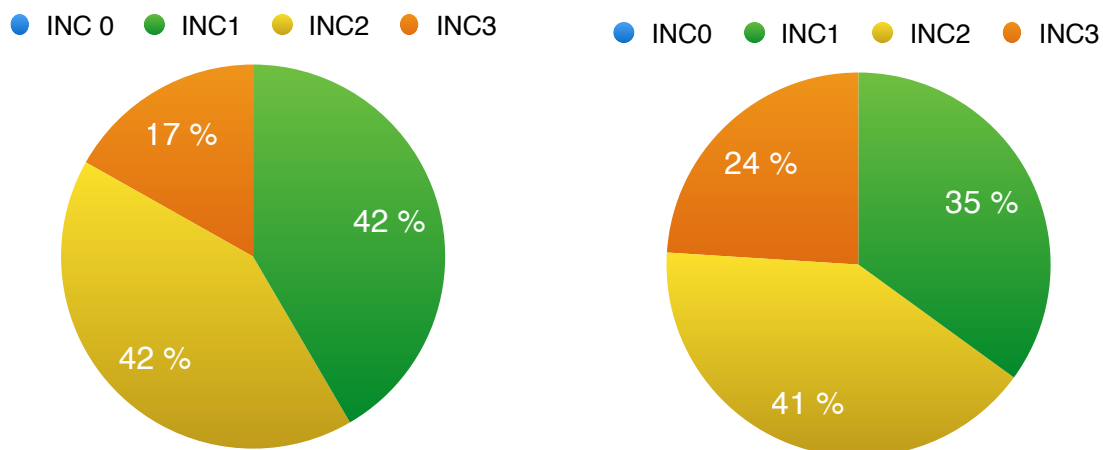
	INC 0/1	INC 2/3
Kääpiömäyräkoira	6 kpl, 35 %	11 kpl, 65 %
Welsh corgi pembroke	9 kpl, 64 %	5 kpl, 36 %
Normaalikokoinen mäyräkoira	0 kpl	3 kpl, 100 %
Glen of imaalinterrieri	2 kpl, 100 %	0 kpl
Lancashirenkarjakoira	1 kpl, 50 %	1 kpl, 50 %
Länsigöötanmaanpystykorva	0 kpl	1 kpl, 100 %
Skotlanninterrieri	0 kpl	1 kpl, 100 %
Welsh corgi cardigan	0 kpl	1 kpl, 100 %
Petit basset griffon vendéen	1 kpl, 100 %	0 kpl
Havannankoira	0 kpl	1 kpl, 100 %
Cairnterrieri	1 kpl, 100 %	0 kpl
<b>Yhteensä</b>	<b>20 kpl, 45 %</b>	<b>24 kpl, 55 %</b>

*Taulukko 5.* Koirat jaoteltiin roduttain luokkiin INC 0/1 ja INC 2/3, lisäksi laskettiin kuinka suuri osuus kutakin rotua kuului kumpaankin luokkaan sekä kuinka suuri osuus kumpaankin luokkaan kuului yhteensä kaikista koirista.

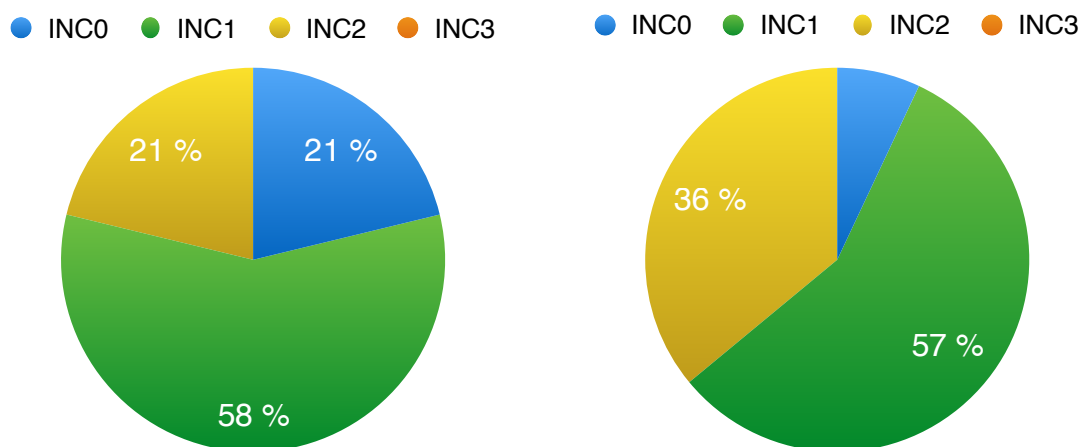
Tutkimukseen saatiin eniten kääpiömäyräkoirien kyynärnivelkuvia ja toiseksi eniten welsh corgi pembroke -rotuisten koirien kyynärnivelkuvia. Koska näiden rotujen osuus koko tutkimukseen osallistuneista koirista oli selvästi yliedustettu, päätettiin niitä vertailla erikseen sekä muuhun aineistoon suhteutettuna.

Kääpiömäyräkoirista INC0-arvostelua ei saanut yksikään kyynärnivel. Yksittäisiä kyynärniveleitä tarkasteltaessa INC1-arvostelun sai kääpiömäyräkoirista 10 kpl ja yhtä moni sai arvostelun INC2. INC3-arvostelun sai kääpiömäyräkoirien kyynärniveleistä 4 kpl. Kun koirat luokiteltiin huonomman kyynärnivelen mukaan, INC1-arvostelun sai kääpiömäyräkoirista 6 kpl, INC2-arvostelun 7 kpl ja INC3-arvostelun 4 kpl. Welsh corgi pembroke-rotuisten koirien kyynärniveleistä INC0-arvostelun sai 6 kpl, INC1-arvostelun 16 kpl ja INC2-arvostelun 6 kpl. INC3-arvostelua ei saanut yksikään welsh corgi pembroken kyynärnivel.

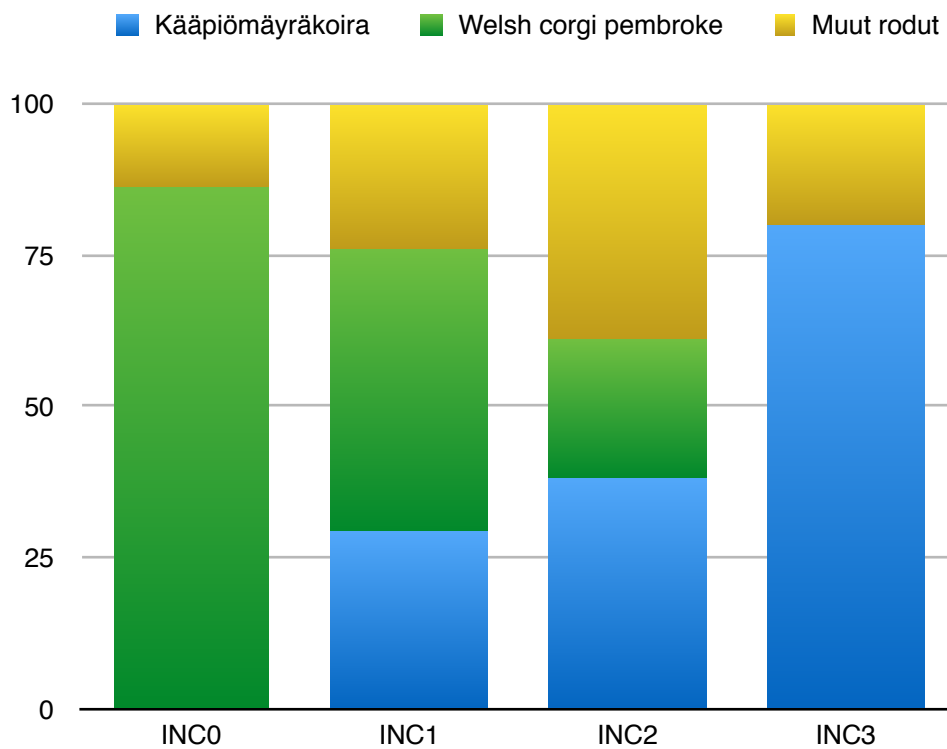
Huonoimman kyynärnivelen mukaan luokitelluista welsh corgi pembroke -rotuisista koirista INC0-arvostelun sai 1 kpl, INC1-arvostelun 8 kpl ja INC2-arvostelun 5 kpl. Kuvissa 11–14 on esitelty näiden rotujen eri inkongruenssiluokkien prosentuaaliset osuudet sekä osuus verrattuna muuhun aineistoon.



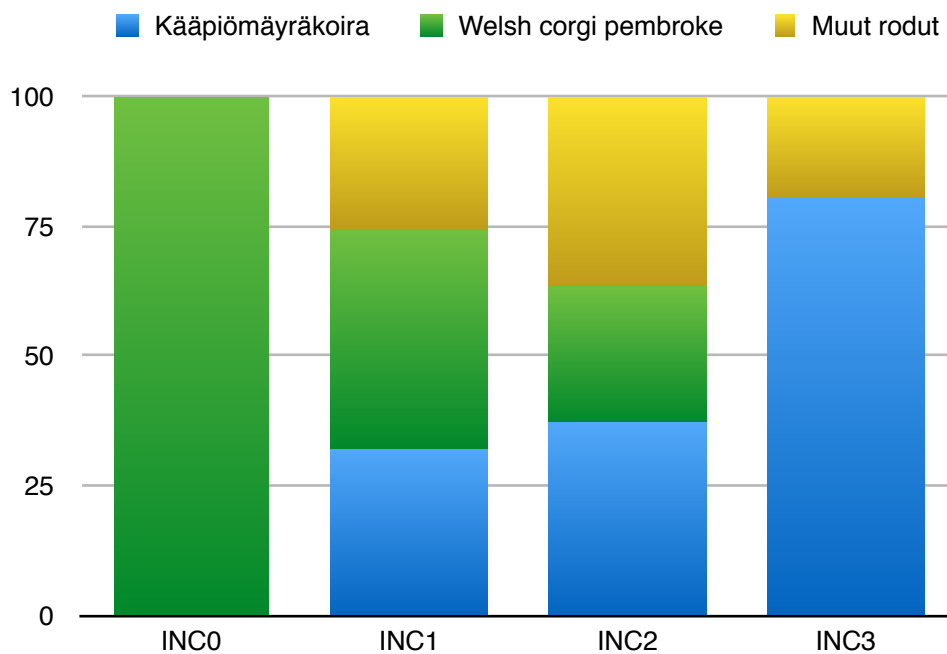
Kuva 11. Kääpiömäyräkoirien jakautuminen eri inkongruenssiluokkiin. Vasemmalla yksittäisten kyynärnivelten osalta ja oikealla koirien osalta.



Kuva 12. Welsh corgi pembroke -rotuisten koirien jakautuminen eri inkongruenssiluokkiin. Vasemmalla yksittäisten kyynärnivelten osalta ja oikealla koirien osalta.



Kuva 13. Kääpiömäyräkoirien, welsh corgi pembroke -rotuisten koirien ja muiden rotujen kyynärnivelien osuus eri inkongruenssiluokissa



Kuva 14. Kääpiömäyräkoirien, welsh corgi pembroke -rotuisten ja muiden rotujen koirien osuus eri inkongruenssiluokissa

Koiria, joilta saatiin tutkimukseen kelpaavat kuvat molemmista kyynärnivelistä, oli yhteensä 28 kappaletta. Näiden vasemman ja oikean kyynärnivelen luokitusta verrattiin ja todettiin, että puolet koirista sai saman luokituksen molemmista kyynärnivelistä, kun taas puolella vasemman ja oikean kyynärnivelen luokitus vaihteli 1-2 asteen verran. Bilateraalisen eli molempien kyynärnivelten INC0-arvostelun sai 1 koira, bilateraalisen INC1-arvostelun 10 koiraa ja bilateraalisen INC2-arvostelun 3 koiraa. Bilateraalista INC3-arvostelua ei saanut yksikään koira. Yhden asteen ero kyynärnivelten välillä oli yhteensä 13 koiralla. Niistä 5 koiraa sai toisesta kyynärnivelestä arvostelun INC1 ja toisesta INC2, 4 koiraa sai toisesta kyynärnivelestä INC0 ja toisesta INC1 sekä saman verran sai toisesta arvostelun INC2 ja toisesta INC3. Yhdellä koiralla kyynärnivelten välinen ero oli kaksi asteikkoa ja se sai toisesta kyynärnivelestä arvostelun INC0 ja toisesta INC2.

Tarkasteltaessa sukupuolen yhteyttä inkongruenssiin todettiin, että uroksista 53 % ja nartuista 40 % kuului luokkaan INC 0/1 ja uroksista 47 % ja nartuista 60 % kuului luokkaan INC 2/3. P-arvoksi saatiin 0,405, mikä tarkoittaa, että sukupuolella ja inkongruenssilla ei ole yhteyttä keskenään.

Rodulla (kääpiömäyräkoiran ja welsh corgi pembroke -rodun osalta) ei myöskään todettu yhteyttä inkongruenssiin. Kääpiömäyräkoirista 35 % ja welsh corgi pembroke -rotuisista koirista 64 % kuului luokkaan INC 0/1 ja luokkaan INC 2/3 kuului kääpiömäyräkoirista 65 % ja welsh corgi pembroke -rotuisista 36 %. P-arvoksi saatiin kuitenkin 0,108, joten tilastollisesti merkittävää eroa ei tässä tutkimuksessa todettu.

## 5 POHDINTA

### 5.1 Aineisto

Tutkimukseen hyväksyttiin yhteensä 44 koiraa, ja niiden kyynärnivelkuvista 72. Mäyräkoirien ja nimenomaan kääpiömäyräkoirien sekä welsh corgi pembroke-rotuisten koiria oli eniten: mäyräkoiria oli yhteensä 20 kappaletta, joista 17 kääpiömäyräkoiraa, ja welsh corgi pembroke -rotuisia koiria oli 14 kappaletta. Muiden kondrodystrofisten rotujen edustajia saatiin tutkimukseen vain yksittäisiä ja suurelta osalta kondrodystrofisiin kuuluvilta roduilta ei saatu yhtään edustajia. Tutkimustulosten yleistämiseksi olisi ollut toivottavaa suurempi otoskoko useasta eri kondrodystrofisesta rodusta, vaikka toisaalta tämän tutkimuksen tulokset olivat linjassa skyenterriereille Lappalaisen ym. (2016) toimesta aiemmin tehdyn vastaavanlaisen tutkimuksen tulosten kanssa.

Tutkimuksen koirista lähes puolella (21 kpl) käytetyt kyynärnivelkuvat olivat tutkimustarkoituksessa tietyiltä rodulta (welsh corgi pembroke ja kääpiömäyräkoira) kuvatut kyynärkuvat, lisäksi yhden koiran (länsigöötanmaanpystykorva) kyynärnivelet oli kuvattu Suomen Kennelliiton virallista lausuntoa varten. Puolet oli kuitenkin kuvattu pääsääntöisesti etujalan ontuman vuoksi, mikä saattaa osin vääristää tutkimustuloksia.

### 5.2 Menetelmät

Kyynärnivelten röntgenkuvien olisi optimaalitalanteessa tullut olla mediolateraalisuunnassa kuvattuja, kyynärnivel 90 asteen kulmaan taivutettuna, olkaluun nivelnastojen olla hyvin päällekkäin sekä ranteen näkyä ja olla suorassa. Tästä jouduttiin kuitenkin jonkin verran tinkimään, sillä muuten tutkimukseen saatava materiaali olisi jäänyt hyvin pieneksi. Pääsääntöisesti hyväksytyt kyynärnivelkuvat täyttivät yllä esitetyt kriteerit, mutta joissain kuvissa kyynärnivelen taivutuskulma jäi hieman alle 90 asteen. Lisäksi osassa kuvista olkaluun nivelnastat eivät olleet täysin päällekkäin. Toisaalta osalla

kondrodystrofisista koirista kyynärvarsi on niin taipunut, ettei niillä ole edes mahdollista saada kuvaa, jossa olkaluun nivelnastat olisivat täysin päällekkäin ja ranne suorassa.

Kyynär- ja olkaluun välinen nivelrako mitattiin kolme kertaa, minkä jälkeen mittaustuloksista laskettiin keskiarvo. Eri mittauskertojen tuloksia verratessa todettiin, että tulokset korreloivat hyvin keskenään. Suurin mittausero oli 0,51 mm ja mittauserojen keskiarvo 0,23 mm.

13 kääpiömäyräkoiran kyynärnivelkuvat arvioitiin röntgenfilmiltä ja olka- ja kyynärluun välinen nivelrako mitattiin käsin viivoittimen avulla. Koska nivelraon leveyden keskiarvo oli vain 1,75 mm, oli näin mitattujen tulosten tarkkuus huomattavasti heikompi, kuin digitaalisista röntgenkuvista mittaustyökalun avulla mitattujen tulosten. Viivoittimen avulla pystyi korkeintaan arvioimaan 0,5 mm:n tarkkuudella, pääsääntöisesti oliko tulos yli vai alle jonkun luvun, esimerkiksi yli 1 mm, mutta alle 2 mm.

### **5.3 Inkongruenssin esiintyvyys kondrodystrofisilla koiraroduilla**

Sekä tämän että skyenterriereille tehdyn tutkimuksen tulosten perusteella kyynärnivelen inkongruenssia esiintyy kondrodystrofisilla koirilla suhteellisen paljon (Lappalainen ym. 2016). Tässä tutkimuksessa yksittäisistä kyynärnivelistä lähes puolet (47 %) sai arvostelun lievä inkongruenssi. Huomattavaa on, että kohtalainen inkongruenssi todettiin lähes yhtä suuressa osassa kyynärnivelistä (36 %). Samoin vain hieman suuremmassa osassa kyynärnivelistä ei todettu inkongruenssia (10 %) kuin joissa todettiin vakava inkongruenssi (7 %).

Kun koirat arvosteltiin huonomman kyynärnivelen mukaan, lievä ja kohtalainen inkongruenssi todettiin yhtä suurella osalla (42 %). Vain yhdellä koiralla (2 %) ei todettu kummassakaan kyynärnivelessä inkongruenssia, mikä oli selvästi pienempi osuus kuin koirien, joilla todettiin vakava inkongruenssi (11 %). Kaiken

kaikkiaan yli puolilla (55 %) koirista todettiin kohtalainen tai vakava inkongruenssi.

Tämän tutkimuksen tulokset vastasivat melko hyvin Lappalaisen ym. (2016) skyenterriereillä tehdyn tutkimuksen tulosten kanssa. Heidän tutkimuksessaan kaikista kyynärnivelistä lievä inkongruenssi todettiin 59 %:ssa ja kohtalainen 25 %:ssa tapauksista, samoin huonomman kyynärnivelen perusteella arvostelluista lievä inkongruenssi todettiin 49 %:lla ja kohtalainen 31 %:lla. Kohtalainen tai vakava inkongruenssi todettiin skyenterriereistä 49 %:lla, mikä on hieman vähemmän kuin tämän tutkimuksen 55 %:lla (Lappalainen ym. 2016). Näiden tulosten perusteella tämän tutkimuksen koirilla inkongruenssin vakavuus oli hieman suurempi kuin skyenterriereillä. Toisaalta skyenterriereillä vakava inkongruenssi todettiin 18 %:lla koirista, mikä on hieman enemmän kuin tässä tutkimuksessa saatu 11 % (Lappalainen ym. 2016). Skyenterriereistäkin vain yhdellä koiralla ei todettu inkongruenssia kummassakaan kyynärnivelessä (Lappalainen ym. 2016).

Tutkimuksessa havaittiin, että suurella osalla koirista todettiin puoliero oikean ja vasemman kyynärnivelen välillä. Niistä suurimmalla osalla (46 %) ero oli yhden asteen verran, yhdellä koiralla (4 %) jopa kahden asteen verran. Tulos korreloi melko hyvin skyenterriereillä tehdyn tutkimuksen kanssa, jossa yhden asteen ero todettiin 35 %:lla ja kahden asteen eri 7 %:lla (Lappalainen ym. 2016).

Verrattaessa kääpiömäyräkoirien, welsh corgi pembroke-rotuisten koirien sekä skyenterriereiden kyynärniveltuloksia todettiin, että tämän tutkimuksen perusteella kääpiömäyräkoirilla inkongruenssia esiintyi näistä roduista eniten, joskin vakavaa inkongruenssia esiintyi hieman enemmän skyenterriereillä (Lappalainen ym. 2016). Welsh corgi pembroke -rotuisilla koirilla inkongruenssia esiintyi näistä roduista vähiten. Tämän tutkimuksen otoskoko oli kuitenkin sen verran pieni, ettei saatuja tuloksia voida yleistää. Lisäksi welsh corgi pembroke -rotuisista osa oli sisaruksia keskenään, mikä myös saattaa vaikuttaa tuloksiin.

## **5.4 Inkongruenssin luokittelu kondrodystrofisilla koiraroduilla**

INC1-luokka oli selvästi laajin ryhmä paitsi määrällisesti, myös laadullisesti. Tähän kategoriaan luokiteltiin kyynärniveviä, joissa ei havaittu nivelrikkomuutoksia ja nivelpinnat myötäilivät tiiviisti toisiaan, mutta joissa nivelrako oli kuitenkin hieman normaalia leveämpi (>1 mm). Toisaalta tähän kuului myös selvästi inkongruentteja kyynärniveviä, joissa kyynärluun telalovi ei myötäillyt tasaisesti olkaluun telaa ja nivelessä nähtiin mahdollisesti porrasta kyynärluun ja varttinäluun välillä, mutta nivelrako jäi kuitenkin alle 2 mm leveäksi eikä nivelessä ollut havaittavissa nivelrikkomuutoksia. Tämä poikkesi muista luokista siinä, että INC0-luokkaan luokitellut kyynärnivelet olivat kaikki hyvin kongruentteja ja samoin INC2- ja INC3-luokkaan luokitellut olivat kaikki selvästi inkongruentteja.

Sekä tässä tutkimuksessa että skyenterriereillä tehdyssä tutkimuksessa lievää inkongruenssia (INC1) esiintyi huomattavan paljon, samoin kyynärniveviä, joissa ei todettu inkongruenssia, oli huomattavan vähän (Lappalainen ym 2016). Voidaankin miettiä, voisiko lievä kyynärnivelen inkongruenssi olla kondrodystrofisille roduille tyypillinen ominaisuus. Tätä tukisi myös se, että skyenterriereistä, joilla todettiin korkeintaan lievä inkongruenssi, omistajien raportoimaa pentuiän ontumaa esiintyi vain hyvin pienellä osalla (Lappalainen ym 2016). Asia vaatii kuitenkin lisätutkimusta, jossa kyynärnivelten arvioinnin lisäksi huomioitaisiin myös mahdollinen oireilu ja tarkasteltaisiin näiden yhteyttä toisiinsa.

## **5.5 Sukupuolen ja rodun vaikutus inkongruenssiin**

Sukupuolen ja inkongruenssin välillä ei todettu tässä tutkimuksessa yhteyttä, kuten ei skyenterriereilläkään (Lappalainen ym. 2016). Yhteyttä ei todettu myöskään rodun ja inkongruenssin välillä, kun vertailtiin kääpiömäyräkoirien ja welsh corgi pembroke -rotuisten koirien kyynärniveviä, vaikka röntgenkuvia tarkastellessa jäi mielikuva, että kääpiömäyräkoirien kyynärnivelistä inkongruenssin esiintyvyys ja vakavuusaste olisi ollut korkeampi kuin wels corgi



pembroke -rotuisten. Tässä tutkimuksessa molempien rotujen otoskoko oli melko pieni, mikä mahdollisesti vaikuttaa tulokseen. Tämänkin asian osalta lisätutkimus on tarpeen.

## 5.6 Tutkimuksen rajoitteet

Tämän tutkimuksen suurimmat rajoitteet olivat koirien vähäinen määrä kaikenkaikkiaan sekä rotukohtaisesti. Kaikkia Parkerin ym. (2009) luokittelemia kondrodystrofisia koirarotuja ei saatu tutkimukseen ja osallistuneistakin suurinta osaa rodusta edusti vain yksi tai muutama yksilö. Kuten edellä todettiin, kääpiömäyräkoiria ja welsh corgi pembroke -rotuisia koiria oli eniten, mutta niidenkään edustajien määrä ei ollut tarpeeksi suuri, jotta tulokset olisi voitu yleistää koskemaan koko rotua. Toinen merkittävä rajoite oli tutkimuskoirien esitietojen puuttellisuus erityisesti oireilun suhteen. Skyenterriereillä tehdyssä tutkimuksessa omistajilta oli kysytty koirien ontumasta ja sen yhteyttä inkongruenssin vakavuusasteeseen tutkittiin (Lappalainen ym. 2016). Inkongruenssin, etenkin lievän (INC1) merkittävyyttä olisi voitu arvioida paremmin, mikäli tässä tutkimuksessa olisi laajennettu tämän yhteyden tutkimista myös muilla roduilla.

Mielenkiintoinen seikka havaittiin tutkimukseen osallistuneella glen of imaalinterriereillä. Mediolateraalikuvissa olka- ja kyynärluun nivelpinnat myötäilivät siististi toisiaan, mutta nivelraot olivat hieman leventyneet eli yli 1 mm. Kraniokaudaalisuunnassa otetuissa kuvassa nähdään kuitenkin selkeää kyynärnivelen osittainen sijoiltaanmeno vasemmassa jalassa, lisäksi lievempi oikeassa jalassa. Lisäksi tutkimukseen hyväksyttiin toinen glen of imaalinterrieri, jolla kyynärnivel oli mennyt oikeasta jalasta täysin sijoiltaan, mutta paikalleen asettamisen jälkeen otetussa mediolateraalikuvassa nivel on hyvin kongruentti. Glen of imaalinterriereillä inkongruenssin arviointi pelkästä mediolateraalikuvasta ei siis välttämättä ole riittävää ja niiden kyynärvarren kehityshäiriöstä onkin tutkimus meneillään Helsingin Yliopiston Eläinlääketieteellisessä tiedekunnassa.

## **5.7 Tulosten merkitys kondrodystrofisten koirarotujen jalostuksen kannalta**

Kondrodystrofisilla koiraroduilla esiintyvän kyynärnivelen inkongruenssin yleisyyden sekä aiempien tutkimusten perusteella voidaan olettaa sen olevan ainakin jossain määrin perinnöllistä, vaikka tarkkaa mekanismia ei tunnetakaan (Lau 1977, Lappalainen ym. 2016). Skyenterriereiden jalostustavoiteohjelmaan on skyenterrieritutkimuksen jälkeen asetettu toive, että kyynärnivelet röntgenkuvattaisiin vähintään 12 kuukauden, mutta mieluummin vasta 24 kuukauden ikäisinä ja inkongruenssi arvosteltaisiin Lappalaisen ym. (2016) kehittämän menetelmän avulla (Skyenterrierikerho ry). Jalostusvalintoja tehtäessä skyenterriereiden jalostustoimikunta suosittelee koiria, joilla molemmissa tai toisessa kyynärnivessä on todettu vakava inkongruenssi (INC3) paritettavaksi vain sellaisten koirien kanssa, joilla on todettu korkeintaan lievä inkongruenssi (INC1) molemmissa kyynärnivelissä (Skyenterrierikerho ry). Kuten aikaisemmin todettiin, tämän tutkimuksen perusteella ainakin kääpiömäyräkoirilla inkongruenssia esiintyy jopa enemmän kuin skyenterriereillä (Lappalainen ym. 2016). Näin ollen voisikin ajatella, että myös muilla kondrodystrofisilla roduilla, ainakin juuri kääpiömäyräkoirilla, inkongruenssi tulisi ottaa huomioon jalostuksessa. Siten olisikin suositeltavaa, että kondrodystrofisilta koiraroduilta röntgenkuvattaisiin ja arvosteltaisiin kyynärnivelet rutiinisti ennen jalostukseen käyttämistä, vaikka ne eivät Suomen Kennelliiton Perinnöllisten sairauksien vastustusohjelmaan kuuluisikaan. Kondrodystrofisten rotujen kyynärnivelen kuvausasennoiksi suositellaan sekä skyenterriereiden että tässä tutkimuksessa käyttämää mediolateraalisuunnassa otettua röntgenkuvaa, jossa kyynärnivel on 90 asteen kulmaan taivutettuna, sillä tämä tuo tutkimusten perusteella inkongruenssin parhaiten esille (Murphy ym. 1998, Blond ym. 2005). Toki inkongruenssin todellinen yleisyys kaikkien kondrodystrofisten rotujen keskuudessa vaatii vielä lisätutkimuksia.

Tämän tutkimuksen perusteella kohtalainen ja vakava inkongruenssi on kondrodystrofisilla koiraroduilla yleistä. Samoin lievä inkongruenssi on huomattavan yleistä ja täysin kongruentteja kyynärniveleitä todettiin merkittävän

vähän. Tulokset ovat linjassa aiemmin skyenterriereillä tehdyn tutkimuksen kanssa (Lappalainen ym. 2016). Tämän tutkimuksen aineisto oli kuitenkin liian niukka tulosten yleistämiseksi ja tarvitaankin vielä lisätutkimusta, jossa kaikki Parkerin ym. (2009) kondrodystrofisiksi luokittelemat rodut olisivat hyvin edustettuina. Lisätutkimuksissa olisi syytä ottaa huomioon myös koirien esitiedot oireilun suhteen, jotta lievän inkongruenssin (INC1) merkittävyyttä kondrodystrofisilla koiraroduilla voitaisiin arvioida paremmin.

## 6 VIITTEET

Barr FJ, Kirberger RM. BSAVA Manual of Canine and Feline Musculoskeletal Imaging. 1. p. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester 2006.

Beachley MC, Graham FH. Hypochondroplastic dwarfism (enchondral chondrodystrophy) in a dog. J Am Vet Med Assoc 1973, 163: 283-284.

Blond L, Dupuis J, Beauregard G, Breton L, Moreau M. Sensitivity and specificity of radiographic detection of canine elbow incongruence in an in vitro model. Vet Radiol Ultrasound 2005, 46: 210-216

Breit S, Künzel W, Seiler S. Variation in the ossification process of the anconeal and medial coronoid processes of the canine ulna. Res Vet Sci 2004, 77: 9-16.

Breur GJ, Zerbe CA, Slocombe RF, Padgett GA, Braden TD. Clinical, radiographic, pathologic, and genetic features of osteochondrodysplasia in Scottish deerhounds. J Am Vet Med Assoc 1989, 195: 606-612.

Böttcher P, Werner H, Ludewig E, Grevel V, Oechtering G. Visual estimation of radioulnar incongruence in dogs Using three-dimensional image rendering: An in vitro study based on computed tomographic imaging. Vet Surg 2009, 38: 161-168

Cairnterrierikerho ry, <http://www.cairnterrierikerho.fi/tietoa-rodusta/rodunterveys/>, haettu 17.1.2016

Carrig CB. Growth abnormalities of the canine radius and ulna. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1983, 13: 91-115.

Chapman WL. Appearance of ossification centers and epiphysial closures as determined by radiographic techniques. J Am Vet Med Assoc 1965, 147: 138-141.

Conzemius MG, Smith GK, Brighton CT, Marion MJ, Gregor TP. Analysis of physeal growth in dogs, using biplanar radiography. Am J Vet Res 1994, 55: 22-27.

Cook CR, Cook JL. Diagnostic imaging of canine elbow dysplasia: a review. Vet Surg 2009, 38: 144-153.

Dandiedinmontinterrierit - DDT ry. Jalostuksen tavoiteohjelma vuosille 2007-2012. [http://www.ddtry.org/assets/ddtry\\_jto.pdf](http://www.ddtry.org/assets/ddtry_jto.pdf), haettu 12.4.2016, päivitetty 17.12.2005

Demko J, McLaughlin R. Developmental orthopedic disease. Vet Clin North Am Small Anim Pract 2005, 35: 1111-1135.

Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. Textbook of Veterinary Anatomy. 3. p. Saunders, Philadelphia 2002.

Evans HE, DeLahunta A. Guide to the dissection of the dog. 6. p. Saunders, St. Louis 2004.

Farrel M, Heller J, Solano M, Sparrow T, Kowaleski M. Does radiographic arthrosis correlate with cartilage pathology in Labrador retrievers affected by medial coronoid process disease? Vet Surg 2014, 43: 155-165.

Fox S. Premature closure of distal radial and ulnar physes in the dog. Part I. Pathogenesis and diagnosis. Comp Cont Educ Pract 1984, 6: 128-138.

Gemmill T, Hammond G, Mellor D, Sullivan M, Bennett D, Carmichael S. Use of reconstructed computed tomography for the assessment of joint spaces in the canine elbow. J Small Anim Pract 2006, 47: 66-74.

Gilson S, Piermattei D, Schwarz P. Treatment of Humeroulnar Subluxation with a Dynamic Proximal Ulnar Osteotomy. A Review of 13 Cases. Vet Surg 1989, 18: 114-122.

Hansen HJ. A pathologic-anatomical study on disc degeneration in dog, with special reference to the so-called enchondrosis intervertebralis. Acta Orthop Scand 1952, 11: 1-117.

Havannalaiset ry. Havannankoiria, Jalostuksen tavoiteohjelma vuosille 2014-2018. <http://bichonhavanais.fi/Jalostus/JTO2014-2018.pdf>. Päivitetty 4.2.2014.

Janach KJ, Breit SM, Künzel WW. Assessment of the geometry of the cubital (elbow) joint of dogs by use of magnetic resonance imaging. Am J Vet Res 2006, 67: 211-217.

Johnson K. Retardation of endochondral ossification at the distal ulnar growth plate in dogs. Aust Vet J 1981, 57: 474-478.

Kapatkin A, Volk S, Keith D, McLearn R, Smith G. Elbow dysplasia in a Basset Hound-A case report following serial radiographic, computed tomographic and arthroscopic findings. Vet Comp Orthopaed 2003, 16: 11-15.

Kyöstilä K, Lappalainen AK, Lohi H. Canine Chondrodysplasia Caused by a Truncating Mutation in Collagen-Binding Integrin Alpha Subunit 10. Plos One 2013, 8: 1-13.

König HE, Liebich H. Veterinary anatomy of domestic mammals: textbook and colour atlas. 3. p. Schattauer, Stuttgart 2007.

Lappalainen A. Radiographic Screening for Hereditary Skeletal Disorders in Dogs [väitöskirja]. Helsinki: Helsingin yliopisto 2013a.

Lappalainen AK, Mölsä S, Liman A, Snellman M, Laitinen-Vapaavuori O. Evaluation of accuracy of the Finnish elbow dysplasia screening protocol in Labrador retrievers. J Small Anim Pract 2013b, 54: 195-200.

Lappalainen AK, Hyvärinen T, Junnila J, Laitinen-Vapaavuori O. Radiographic evaluation of elbow incongruity in skye terriers. J Small Anim Pract 2016, 57: 96-99.

Lau R. Inherited premature closure of distal ulnar physis. J Am Anim Hosp Assoc 1977, 13: 609-612.

Länsigöötanmaanpystykorvat ry. Länsigöötanmaanpystykorvan rotukohtainen jalostuksen tavoiteohjelma 2012-2016. [http://lansigootanmaanpystykorvat.com/data/documents/JTO\\_2012\\_2016.pdf](http://lansigootanmaanpystykorvat.com/data/documents/JTO_2012_2016.pdf), haettu 12.4.2016, päivitetty 23.10.2011.

Martinez S, Fajardo R, Valdes J, Ulloa-Arvizu R, Alonso R. Histopathologic study of long-bone growth plates confirms the basset hound as an osteochondrodysplastic breed. Can J Vet Res 2007, 71: 66-69.

Mason TA, Lavelle RB, Skipper SC, Wrigley WR. Osteochondrosis of the elbow joint in young dogs. J Small Anim Pract 1980, 21: 641-656.

Moore AP, Benigni L, Lamb CR. Computed Tomography versus arthroscopy for detection of canine elbow dysplasia lesions. Vet Surg 2008, 37: 390-398.

Murphy ST, Lewis DD, Shiroma JT, Neuwirth LA, Parker RB, Kubilis PS. Effect of radiographic positioning on interpretation of cubital joint congruity in dogs. Am J Vet Res 1998, 59: 1351-1357

Narojek T, Fiszdon K, Hanyasz E. Canine elbow dysplasia in different breeds. Bull Vet Inst Pulawy 2008, 52: 169-173.

Parker HG, VonHoldt BM, Quignon P, Margulies EH, Shao S, Mosher DS, Spady TC, Elkahloun A, Cargill M, Jones PG, Maslen CL, Acland GM, Sutter NB, Kuroki K, Bustamante CD, Wayne RK, Ostrander EA. An expressed *fgf4* retrogene is associated with breed-defining chondrodysplasia in domestic dogs. *Science* 2009, 325: 995-998.

Proks P, Necas A, Stehlik L, Srnec R, Griffon DJ. Quantification of humeroulnar incongruity in Labrador retrievers with and without medial coronoid disease. *Vet Surg* 2011; 40: 981-986.

Ramadan R, Vaughan L. Premature closure of the distal ulnar growth plate in dogs—a review of 58 cases. *J Small Anim Pract* 1978, 19: 647-667.

Rasmussen PG, Reimann I. Dysostosis enchondralis of the ulnar bone in the basset hound. *Acta Vet Scand* 1977, 18: 31-39.

Ross MH, Pawlina W. *Histology : a text and atlas with correlated cell and molecular biology*. 5. p. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore 2006.

Samoy Y, Van Ryssen B, Gielen I, Walschot N, van Bree H. Elbow incongruity in the dog: review of the literature. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006, 19: 1-8.

Samoy Y, Gielen I, Saunders J, van Bree H, van Ryssen B. Sensitivity and specificity of radiography for detection of elbow incongruity in clinical patients. *Vet Radiol Ultrasound* 2012 a, 53: 236-244.

Samoy Y, Gielen I, van Bree H, Duchateau Lm Van Ryssen B. Computed tomography findings in 32 joints affected with severe elbow incongruity and fragmented medial coronoid process. *Vet Surg* 2012 b, 41: 486-494.

Samoy Y, Van Vynct D, Gielen I, van Bree H, Duchateau L, Van Ryssen B. Arthroscopy findings in 32 joints affected with severe elbow incongruity and fragmented medial coronoid process. *Vet Surg* 2012 c, 41: 355-361.



Schaller O. Illustrated veterinary anatomical nomenclature. 2. p. Enke, Stuttgart 2007.

Schulz K. Diseases of the joints. Teoksessa: Fossum T (toim.) Small Animal Surgery. 3. p. Mosby Elsevier, St. Louis 2007: 1219.

Shih tzu ry. <https://shihtzury.fi/terveys/>, haettu 12.4.2016.

Sjöström L. Ununited anconeal process in the dog. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1998, 28: 75-86.

Skotlanninterrierikerho ry. Skotlanninterrierin rotukohtaisen jalostuksen tavoiteohjelma 2014-2018. <http://www.kennelliitto.fi/sites/default/files/attachments/jto/skotlanninterrieri.pdf>, haettu 12.4.2016, päivitetty 29.4.2014.

Skyenterrierikerho ry. Jalostuksen tavoiteohjelma 2014-2018 skyenterrieri. <http://www.kolumbus.fi/skye/jto.pdf>, haettu 12.4.2015, päivitetty 14.10.2014.

Suomen Basset Hound - Yhdistys ry, <http://www.bassethound.fi/Sairaudet.php> haettu 17.1.2016.

Suomen Bassetkerho ry. [http://suomenbassetkerho.com/?page\\_id=461](http://suomenbassetkerho.com/?page_id=461), haettu 12.4.2016.

Suomen Glennit ry. <http://www.glennit.fi/rotumaaritelma.php>, haettu 12.4.2016.

Suomen Kennelliitto (2016). Rotukohtaiset erityisehdot. [http://www.kennelliitto.fi/sites/default/files/media/pevisa\\_ja\\_rotukohtaiset\\_erytisehdot\\_2016.pdf](http://www.kennelliitto.fi/sites/default/files/media/pevisa_ja_rotukohtaiset_erytisehdot_2016.pdf), haettu 6.4.2016.

Suomen Kennelliitto (2014). Ohje kyynärnivelen kasvuhäiriöiden röntgenkuvauksista ja luokituksesta (kyynärnivelen kasvuhäiriöiden ohje). <http://>

[www.kennelliitto.fi/sites/default/files/media/ed-ohje\\_2015\\_0.pdf](http://www.kennelliitto.fi/sites/default/files/media/ed-ohje_2015_0.pdf), haettu 6.4.2016.

Suomen Lancashire Heeler-yhdistys ry. Jalostuksen tavoiteohjelma 2012-2016. [http://lancashireheeler.fi/wp-content/uploads/2014/04/JTO\\_2012-2016\\_15.2.11.pdf](http://lancashireheeler.fi/wp-content/uploads/2014/04/JTO_2012-2016_15.2.11.pdf), haettu 12.4.2016, päivitetty 21.8.2010.

Suomen Mäyräkoiraliitto SML ry, Mäyräkoirien jalostuksen tavoiteohjelma 2014-2016, <http://www.kennelliitto.fi/sites/default/files/attachments/jto/mayrakoirat.pdf>, haettu 12.4.2015, päivitetty 3.4.2014.

Suomen Norwichin- ja Norfolkinterrierit ry. Norwichinterrierin jalostuksen tavoiteohjelma vuosille 2009-2013. [http://www.nnterrierit.fi/SIRA\\_Files/downloads/jto\\_norwich\\_versio3.pdf](http://www.nnterrierit.fi/SIRA_Files/downloads/jto_norwich_versio3.pdf), haettu 12.4.2016, päivitetty 7.9.2008.

Suomen Pekingesikerho Ry. <http://www.pekingesikerho.com/terveys/>, haettu 12.4.2016.

Suomen Welsh Corgi Seura ry. Welsh corgi cardiganin rotukohtainen jalostuksen tavoiteohjelma 2015-2019. [http://www.corgiseura.net/wp-content/uploads/2012/11/JTO\\_cardigan\\_2015-2019.pdf](http://www.corgiseura.net/wp-content/uploads/2012/11/JTO_cardigan_2015-2019.pdf), haettu 12.4.2015, päivitetty 30.3.2014.

Suomen Welsh Corgi Seura ry. Welsh corgi pembroken rotukohtainen jalostuksen tavoiteohjelma 2015-2019. [http://www.corgiseura.net/wp-content/uploads/2015/03/JTO\\_pembroke\\_2015-2019.pdf](http://www.corgiseura.net/wp-content/uploads/2015/03/JTO_pembroke_2015-2019.pdf), haettu 12.4.2015, päivitetty 20.5.2014.

Tiibetinspanielit ry. Jalostuksen tavoiteohjelma 2016-2020. <http://www.tiibetinspanielit.fi/images/pdf/jto2016-2020.pdf>, haettu 12.4.2016, päivitetty 28.2.2015

Wagner K, Griffon DJ, Thomas MW, Schaeffer DJ, Schulz K, Samii VF, Necas A. Radiographic, computed tomographic, and arthroscopic evaluation of experimental radio-ulnar incongruence in the dog. Vet Surg 2007: 691-698

Weigel JP. Growth deformities. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1987, 17: 905-922.

Westiekerho ry. Jalostuksen tavoiteohjelma 2009-2013. <http://www.westiekerho.fi/JTO2009-2013.pdf>, haettu 12.4.2016, päivitetty 22.3.2009.

Wind AP. Elbow incongruity and developmental diseases in the dog Part I. J Am Anim Hosp Assoc 1986, 22: 711-724.